9/83
33. Jahrgang
September 1983
S. 289–324
Verlagspostamt Berlin
Heftpreis 3,– M



VEB VERLAG
FÜR BAUWESEN
BERLIN

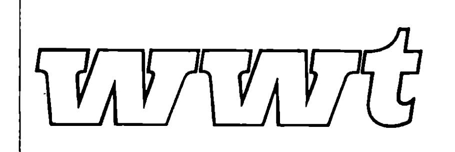
ISSN 0043–0986

Wasserwirtschaft · Wassertechnik





Belastung
4 Personen
(max. 400 kp)



## Bücher

### Inhalt der „Acta hydrophysica" Band XXVII, Heft 3/4 (1982)

**Methodik zur Modellierung der Migration chemischer Elemente in wäßrigen Medien**

Belajew, W. I.

Es wird ein Verfahren zur Modellierung der Migration chemischer Elemente in aquatischen Ökosystemen betrachtet, die von im Wasser vorhandenen Schwebeteilchen absorbiert oder ausgeschieden werden können. Es werden die Hauptprinzipien dieser Theorie und ihrer Anwendung auf die Berechnung des Stoffentzuges aus der gelösten Phase durch Ausfallen der Schwebeteilchen sowie durch Transport des Elements durch Organismen dargelegt.

**Prognostizierung des Zustandes der Biozönose auf der Grundlage des Adaptionssukzessionszyklus**

Fleischmann, B. S.

Es werden eine allgemein-kybernetische Definition des Adaptationszyklus und eine explizite Lösung für einige dabei auftretende Extremalprobleme eines stochastischen dynamischen Modells der Sukzession in einer Biozönose dargeboten.

**Schlußfolgerungen aus der thermodynamischen Theorie der Wasserökosysteme über die biologischen Prozesse im Gewässer**

Mauersberger, P.

Ziel dieser kurzen Darstellung ist die Zusammenfassung der Grundannahmen und einiger Ergebnisse der thermodynamischen Theorie aquatischer Ökosysteme, insbesondere der Abhängigkeit der Primärproduktionsrate und der Respirationsrate von der Temperatur, der Lichtintensität, der Biomasse und von den Konzentrationen der in Wasser gelösten anorganischen Nährstoffe.

**Die Rolle der äußeren geophysikalischen und anthropogenen Faktoren in der Bildung der Vereisungstemperatur-Regimes von Staubecken**

Butorin, N. V.

Untersuchungen der Temperaturänderungen während der Vereisungsperiode haben gezeigt, daß der flache Rybinsker Stausee sowohl zu Beginn der Vereisung als auch an ihrem Ende einen Anstieg der Wassertemperatur infolge Wärmeaustausches mit dem Boden aufweist.

**Elemente des Wärmeregimes von flächenmäßig unterschiedlichen Steppenseen der UdSSR**

Smirnowa, N. P.

Gegenstand der Betrachtungen sind die grundlegenden Strahlungseigenschaften in der Periode maximaler Erwärmung bei Wasserspeichern der Steppzone, die sich in ihren morphometrischen Kennziffern voneinander unterscheiden.

**Der Einfluß von meteorologischen Bedingungen und der Eutrophierung auf einige physikalische Elemente der Umgebung von Gewässern**

Szumiec, M. A.

Anhand der Ergebnisse langjähriger Untersuchungen an Fischteichen mit unterschiedlichem Eutrophierungsgrad wird der Einfluß der atmosphärischen Bedingungen und der Eutrophierung auf den vertikalen solaren Strahlungsfluß im Wasser sowie auf die Thermik und den Sauerstoffhaushalt aufgezeigt.

**Die Sichttiefe als ein Maß zur Charakterisierung der Vertikalverteilung der Primärproduktion im Müggelsee**

Nixdorf, B.

Im Müggelsee wurden Beziehungen zwischen dem Strahlungsangebot, der Sichttiefe und den drei wichtigsten Horizonten der Primärproduktion mit dem Ziel untersucht, den experimentellen Aufwand für die Ermittlung der Vertikalverteilung der Primärproduktion zu verringern.

**Über den Einfluß der Stratifikation der Luft auf die Prozesse der Wechselwirkung des Gewässers mit der Atmosphäre**

Panin, G. N.; Zerewitinow, F. O.; Ch. Piazena

Es werden Ergebnisse von direkten und Profilmessungen der Ströme von Impuls, sensibler Wärme und spezifischer Feuchte gegenübergestellt. Der Einfluß der Luftschichtung auf die Wechselwirkung zwischen Gewässer und Atmosphäre wird diskutiert.

**Veränderungen im See Beloe als Ergebnis anthropogener Einwirkung**

Malinina, T. I.; I. M. Rasopow

Durch Anhebung des Wasserspiegels um fast 2 m wurde der Weiße See in einen Stausee umgewandelt. Damit erfuhr das Ökosystem des Weißen Sees beträchtliche Umstellungen.

**Schwebstoff der Talsperren**

Prytkowa, M. J.

Die Ergebnisse von Untersuchungen des Instituts für Seenforschung der Akademie der Wissenschaften der UdSSR über die Schwebstoffe in Stauseen im Kursker Gebiet und einer Teichkaskade im Vorkaukasus werden analysiert.

**Berechnung der Abkühlung und der zusätzlichen Verdunstungsverluste thermisch belasteter Gewässer für das Gebiet der DDR**

Klämt, A.

Das häufig verwendete Lösungsverfahren der eindimensionalen stationären Energiebilanzgleichung, die sogenannte Exponentialmethode, wird kurz diskutiert, auch die Anwendung dieser Methode für die Berechnungen von Abkühlungsprozessen in gut durchmischten Gewässern unter den klimatischen Bedingungen der DDR.

**Zu einigen hydrodynamischen Prozessen und ihrer Messung bei beschaffenheitsbeeinflußten Maßnahmen in geschichteten Gewässern**

Klapper, H.; H. Kanowski

Beschaffenheitsuntersuchungen erlauben Aussagen zu hydrodynamischen Prozessen:
1. Das beim Verfahren der Tiefenwasserableitung abfließende Wasser entstammt exakt der horizontalen Lamelle in der Tiefe des Rohreinlaufs.
2. Bei der Tiefenwasserbelüftung kann von einem Punkt aus der Hypolimnionbereich bis mehrere Kilometer sperrenaufwärts erreicht werden.
3. Durch die Destratifikation können die Konzentrationsspitzen von metalimnisch eingeflossenen Schadstoffen innerhalb weniger Tage ausgeglichen werden.
4. Zur heterotrophen Nitratdissimilation unter anaeroben Bedingungen wird organischer Kohlenstoff ins Tiefenwasser eingebracht.

**Wasserwechsel und Dynamik des Wassers in Talsperren**

Litwinow, A. S.; Fomitschew, I. F.

Gegenstand der Arbeit ist der äußere und innere Wasseraustausch im Rybinsker Stausee. Es wird gezeigt, daß die Stärke des äußeren Austausches von den Volumina des Zuflusses zum Speicher und dem Wasserauslaß bestimmt wird.

**Messung der Wirbelströmungen des Wassers im Ladogasee**

Michailow, J. D.

Durch Beobachtungen mit Hilfe von diskret driftenden Indikatoren von einer Meßstation aus, die sich an Bord eines vor Anker liegenden Schiffes befand, wurden in der oberen 5 bis 25 m tiefen erwärmten Schicht des Ladogasees zyklonale und antizyklonale (kreisförmige) Wirbelbewegungen des Wassers mit Perioden von 19 bis 37 h, einem Durchmesser von 1,5 bis 5 km und einer mittleren Strömungsgeschwindigkeit innerhalb der Wirbel von 10 bis 15 cm/s festgestellt. Unterhalb der Sprungschicht wird die Strömungskinetik nach Synchronmessungen durch Bewegungen vom Typ eines Polygonzuges und um das Anderthalb- bis Zweifache geringere Geschwindigkeiten im Vergleich zur oberen, erwärmten Schicht charakterisiert.

**Kartierung eines Sediments des Balatonsees**

Mate, F.

Im Zusammenhang mit der geplanten Kartierung des Sediments des Balatonsees gibt der Beitrag einen kurzen Überblick über die Methodik und einige Ergebnisse von Untersuchungen über die räumliche Verteilung der Parameter der obersten, in unmittelbarem Kontakt mit dem Wasser stehenden Sedimentschicht des Sees.

**Sauerstoff- und Phosphatgehalte im Müggelsee als Indikatoren für Austauschprozesse**

Mothes, G.

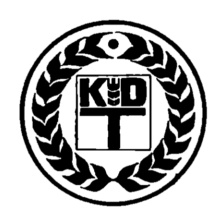
Bestimmungen der pelagischen Temperatur, des Sauerstoffgehalts, der Phosphatkonzentration und der Sedimentationsraten im polymiktischen Müggelsee lassen erkennen, daß im Sommer auch Schichtungsperioden von einigen Tagen bis zu mehreren Wochen auftreten können. Die Durchmischung des Pelagials erfolgt in Abhängigkeit von der Windgeschwindigkeit und der thermischen Stabilität.

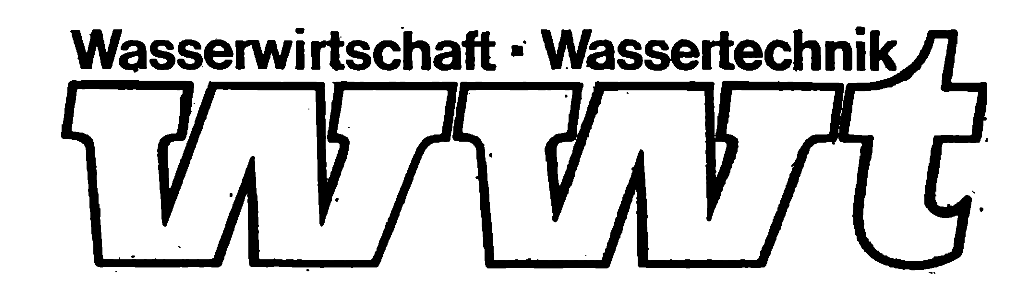
**Die mathematische Modellierung als Teil der Ökosystemanalyse der Boddenkette West (südliche Ostsee)**

Vietinghoff, U.

Es wird ein Überblick über ein komplexes mathematisches Ökosystemmodell eines flachen, eutrophen Brackwasser-Boddens (Barther Bodden) gegeben.

**Ausgezeichnet mit der Ehrenplakette der KDT in Silber**






**„Wasserwirtschaft – Wassertechnik"**
**Wissenschaftliche Zeitschrift für Technik und Ökonomik der Wasserwirtschaft**

33. Jahrgang

**Heft 9**

**Berlin, September 1983**

Herausgeber:
Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft und Kammer der Technik (FV Wasser)

Verlag:
VEB Verlag für Bauwesen
1086 Berlin, Französische Straße 13/14

Verlagsdirektor:
Dipl.-Ök. Siegfried Seeliger

Redaktion:
Agr.-Ing. Journ. Helga Hammer, Verantwortliche Redakteurin
Carolyn Sauer, redakt. Mitarbeiterin

Sitz der Redaktion:
1086 Berlin, Hausvogteiplatz 12
Fernsprecher: 2 08 05 80 und 2 07 64 42

Telegrammadresse:
Bauwesenverlag Berlin
Telexanschluß: 112229 Trave



Lizenz-Nr. 1138
Presseamt beim Vorsitzenden des Ministerrates der Deutschen Demokratischen Republik

Satz und Druck:
(204) Druckkombinat Berlin,
1086 Berlin, Reinhold-Huhn-Straße 18–25

Gestaltung: Rita Bertko

Artikelnummer 29 932

Die Zeitschrift erscheint monatlich zum Preis von 3,– M (DDR)
Printed in G.D.R.

**INHALT**

**СОДЕРЖАНИЕ**

**WWT 9 (1983)**



**CONTENTS**

**WWT 9 (1983)**



**CONTENU**

**WWT 9 (1983)**




Bezugsbedingungen: „Wasserwirtschaft — Wassertechnik" (WWT) erscheint monatlich. Der Heftpreis beträgt 3,— M; Bezugspreis vierteljährlich 9,— M. Die Auslandspreise sind den Zeitschriftenkatalogen des Außenhandelsbetriebes Buchexport zu entnehmen.

Bestellungen nehmen entgegen

für Bezieher in der Deutschen Demokratischen Republik:
Sämtliche Postämter, der örtliche Buchhandel und der VEB Verlag für Bauwesen, Berlin

für Buchhandlungen im Ausland:
Buchexport, Volkseigener Außenhandelsbetrieb der DDR – DDR - 7010 Leipzig, Leninstraße 16

für Endbezieher im Ausland:
Internationale Buchhandlungen in den jeweiligen Ländern bzw. Zentralantiquariat der DDR, DDR - 7010 Leipzig, Talstraße 29.

Alleinige Anzeigenverwaltung: VEB Verlag Technik, 1020 Berlin, Oranienburger Str. 13/14, PSF 293, Fernruf 2 87 00
Es gilt die Anzeigenpreisliste lt. Preiskatalog Nr. 286/1.
Erfüllungsort und Gerichtsstand: Berlin-Mitte

# Grundsätze zur Intensivierung der Grundfondsökonomie bei Wasserleitungen unter Beachtung des Korrosionsschutzes

Dr.-Ing. Hans-Joachim KAMPE
Beitrag aus dem Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft

Die Verwirklichung der vom X. Parteitag der SED herausgearbeiteten ökonomischen Strategie der achtziger Jahre erfordert, in allen Bereichen des gesellschaftlichen Lebens einen konsequenten Kampf um die Senkung des Material- und Energieeinsatzes, die richtige Werkstoffauswahl entsprechend den Einsatzbedingungen mit dem Ziel der wesentlichen Verbesserung des Aufwand-/Nutzenverhältnisses und einer höheren volkswirtschaftlichen Effektivität zu führen.
Es gilt, die vorhandenen Grundfonds immer besser zu nutzen, einen störungsfreien Betrieb der Rohrnetze zu sichern und die Überbietung der normativen Nutzungsdauer zu gewährleisten.

Gegenwärtig sind 90 Prozent der Bevölkerung an das zentrale Wasserverteilungssystem angeschlossen. Über dieses Leitungssystem mit einer Gesamtlänge von rund 84 000 km, davon Anschlußleitung 17 000 km und Versorgungs-, Haupt- und Fernleitungen 67 000 km, können über 7 Mill. m$^3$ Wasser/d an die Bedarfsträger geliefert werden. Diese Rohrleitungen entsprechen 43,7 Prozent des Grundmittelbestandes der VEB WAB. Bis 1985 wird durch Realisierung des Wohnungsbauprogramms die Gesamtlänge auf rund 87 000 km anwachsen. Die notwendige Gesamtkapazität wird dann über 8,2 Mill. m$^3$/d betragen.
Durch unterschiedliche Maßnahmen im Wasserversorgungssystem, wie z. B. Erweiterung des alten vorhandenen Netzes zu Gruppen- und Verbundsystemen, höhere Bebauung und höheren Wohnkomfort, veränderte Druckzonen, Verkehrsdichte usw., werden die Rohrleitungen intensiver genutzt und beachtlichen Belastungen unterworfen.

In unserer Volkswirtschaft werden gegenwärtig einige grundsätzliche und weitreichende Veränderungen vorgenommen, die besonders aus der Ressourcenbereitstellung und der internationalen Marktsituation herrühren. Das erfordert, die Intensivierung der Grundfondsökonomie verstärkt durchzusetzen. Dabei kommt dem Korrosionsschutz metallischer Rohrleitungen und Anlagen besondere Bedeutung zu, da die Korrosion zur Gebrauchswertminderung der Erzeugnisse bis zu ihrer Funktionsuntüchtigkeit führt. Mit einer beanspruchungsgerechten Anwendung wirksamer Korrosionsschutzmaßnahmen kann die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer der Erzeugnisse sowie die Materialökonomie erhöht werden.
Durch die Korrosionsprozesse treten in der Wasserwirtschaft der DDR hohe Schäden, besonders im Rohrnetz, auf. 1980 betrugen die Kosten für die Korrosionsschadenbeseitigung bei Rohrleitungen etwa 20 Mill. M. Dazu kommen noch die sekundären Kosten, wie Wasserverluste und vorzeitige Nachfolgeinvestionen, so daß sich für 1980 korrosionsbedingte Aufwendungen in der Höhe von 60 Mill. M ergaben.
Diese Verluste können bei Durchsetzung eines effektiven Korrosionsschutzes und eines optimalen Werkstoffeinsatzes bei Rohrleitungen entsprechend dem neuerarbeiteten Standard TGL 22769/03 „Druckrohrleitungen der Wasserversorgung; Grundsätze für Projektierung, Bau und Betrieb; Rohrwerkstoffe; Hydraulische Berechnung“ Ausgabe Dezember 1982, verbindlich ab 1. 8. 1983, wesentlich reduziert werden.
Zur Sicherung des Korrosionsschutzes hat der Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Dr. *Hans Reichelt*, mit einer Weisung die Ordnung über Korrosionsschutz und Plastanwendung für den Bereich der Wasserwirtschaft erlassen, die auf folgende Schwerpunkte orientiert:

1. Einsatz von Korrosionsschutz- und Plastverantwortlichen in allen Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft mit entsprechender Ingenieurausbildung. Er ist im Auftrag des Direktors für die Vorbereitung, Durchführung und Kontrolle der entsprechenden Arbeiten im Betrieb verantwortlich.

2. Einrichtung eines Konsultationsstützpunktes zur Weiterbildung, Anleitung und Unterstützung der Korrosionsschutz- und Plastverantwortlichen des Kombinates, der Betriebe und Einrichtungen beim „Leitbetrieb für Plastanwendung und Korrosionsschutz“, VEB WAB Karl-Marx-Stadt.

3. Durchführung und Auswertung einer Istzustandsanalyse in den Betrieben und Einrichtungen mit dem Ziel der Gewährleistung eines effektiven Korrosionsschutzes.

Das aktuelle Wissen über den Zustand, das Leistungsvermögen des Netzes und die Rekonstruktionswürdigkeit des Rohrnetzes ist eine entscheidende Voraussetzung für die Planung und Leitung des Prozesses sowie für die effektive Rekonstruktion. Diese komplexen Aussagen können nur über die Datenbank Netze gewonnen werden. Der Stand in den Betrieben ist noch sehr differenziert. Es sind verstärkte Anstrengungen zu unternehmen, die Primärdaten sowie die Rohrschäden und Schadenberichte vollständig zu erfassen.

## Schwerpunkte des Korrosionsschutzes in der Wasserwirtschaft

Durch den katodischen Korrosionsschutz wird ein sicherer Außenschutz von erdverlegten metallenen Anlagen, die besonders korrosionsgefährdet sind, gewährleistet. Mit einem relativ geringen Aufwand an Investitions- und Betriebskosten wird die Lebensdauer mindestens verdoppelt. Ausgehend von der derzeit völlig unzureichenden mittleren Lebensdauer der Stahlwasserleitungen von 15 bis 20 Jahren, kann innerhalb der normativen Nutzungsdauer eine Ersatzinvestition eingespart werden. Das ergibt einen durchschnittlichen Nutzen von 20 000 M/a·km. Demgegenüber beträgt der durchschnittliche Aufwand für den katodischen Schutz eines Kilometers der Rohrleitung lediglich 200 M Anlagen- und Betriebskosten jährlich. Die Kosten für die Schadenbeseitigung sinken um etwa 80 Prozent. Der katodische Schutz ist außerdem die einzige Möglichkeit eines nachträglichen Schutzes bereits verlegter Leitungen.
Trotz dieser ökonomischen Vorteile wird der katodische Korrosionsschutz für den Schutz erdverlegter Wasserleitungen in zu geringem Umfang angewendet. Von den erdverlegten Wasser- und Abwasserrohrleitungen aus Stahl sind nur 0,7 Prozent mit katodischem Schutz versehen. Das betrifft hauptsächlich Fernwasserleitungen. Hierbei muß jedoch berücksichtigt werden, daß innerhalb der Industrie- und Wohngebiete die Anwendung des kadotischen Korrosionsschutzes nur bedingt möglich ist.
In Ballungszentren der Industrie und in großen Wohngebieten ist es erforderlich, einen generellen katodischen Schutz (Globalschutz) aller in dem bestimmten Territorium erdverlegten Objekte, unabhängig vom Grad ihrer Korrosionsgefährdung, unter Berücksichtigung volkswirtschaftlicher Gesamtinteressen zu planen und auszuführen, um der gegenseitigen korrosiven Beeinflussung der stark vermaschten Leitungssysteme wirksam begegnen zu können.
Ursachen für die unzureichende Anwendung des katodischen Schutzes sind die Fehleinschätzungen der Gefährdung der erdverlegten metallenen Anlagen durch Korrosion und die Unkenntnis über die Effektivität des katodischen Schutzes bei den Betreibern erdverlegter Anlagen zu sehen.
Entsprechend der volkswirtschaftlichen Bedeutung behandelte 1981 der Ministerrat den Stand des katodischen Schutzes und beschloß, daß zweigspezifische Festlegungen für das Anwenden des katodischen Schutzes

nach den Prinzipien des Verbundkorrosionsschutzes auszuarbeiten sind.
Für unseren Bereich hat der Erzeugnisgruppenleitbetrieb, VEB WAB Karl-Marx-Stadt, einen Entwurf der Regelung erarbeitet.

Für 1983 und die Folgejahre ist geplant, den katodischen Korrosionsschutz in der Wasserwirtschaft wie folgt weiterzuentwikkeln:
- Für 1983 ist die Installation von Schutzanlagen in den VEB WAB Berlin, Dresden, Halle und Suhl vorgesehen. Diese Maßnahmen ergeben einen Nutzen von 2 Mill. M/a.
- In den genannten Betrieben sowie in den VEB WAB Karl-Marx-Stadt und Rostock laufen Projektierungs- und Vorbereitungsarbeiten für katodische Schutzmaßnahmen.
- Nach Realisierung der 1983 geplanten Maßnahmen wird das Stahlrohrnetz der VEB WAB und des VEB Fernwasserversorgung durch 86 Schutzanlagen zu 1,2 Prozent der Gesamtlänge geschützt sein.
- Es ist geplant, die Länge der geschützten Stahlrohrleitungen jährlich um mindestens 100 km zu erhöhen.
- Für die Kontrolle und Wartung der Schutzanlagen sind entsprechende betriebliche Kapazitäten aufzubauen.

Bedingt durch die relativ hohe Luftfeuchtigkeit und teilweise durch den technologisch bedingten Chemikalieneinsatz unterliegen die metallenen Anlagenteile in den Wasserwerken, Pumpstationen und Abwasserbehandlungsanlagen einer hohen Korrosion.
Die Möglichkeiten, Schäden zu vermeiden bzw. zu vermindern, steigen mit der Auswahl des richtigen Werkstoffes und der Anwendung des jeweils wirkungsvollsten Korrosionsschutzes. Ein Wasserwerk produziert ein wichtiges Lebensmittel. Auch aus dieser Sicht werden hohe Forderungen an Hygiene, Ordnung und Sicherheit gestellt.
Grundlage hierfür sind die Korrosionsschutzstandards der Wasserwirtschaft. Auf der Basis der Beanspruchungsbedingungen (TGL 37456/01) sind die Korrosionsschutzsysteme festzulegen (TGL 37065/01 und /02). Darauf ist bereits bei der Projektierung der Anlagen genauestens zu achten. Dabei ist auch zu sichern, daß die Bedingungen für eine korrosionsschutzgerechte Konstruktion der Anlagen entsprechend TGL 37456/04 eingehalten werden. Die Investbauleiter haben gemeinsam mit den betrieblichen Korrosionsschutzverantwortlichen zu sichern, daß die Ausführungs- und Abnahmebedingungen für Korrosionsschutzarbeiten entsprechend TGL 37456/03 und /05 eingehalten werden und dem Betreiber eine Korrosionsschutzdokumentation nach TGL 37456/02 übergeben wird, die ihm eine effektive Wartung und Instandhaltung sichert. Bei der Planung der Korrosionsschutzarbeiten ist zu beachten, daß alle erforderlichen Korrosionsschutzmittel bilanzierungspflichtig sind.
Fehlerhafter und unzureichender Korrosionsschutz ist auch durch fehlendes Fachwissen bedingt. Dem vorzubeugen wurde vom Leitbetrieb Plastanwendung und Korrosionsschutz VEB WAB Karl-Marx-Stadt gemeinsam mit der Zentralstelle für Korrosionsschutz das Handbuch „Korrosionsschutz von Eisenwerkstoffen in der Wasserwirtschaft" erarbeitet und allen Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft übergeben. Durch die verantwortungsbewußte Arbeit des Korrosionsschutzverantwortlichen ist der effektive Korrosionsschutz im Betrieb durchzusetzen.

Wesentliche Grundlagen für einen sicheren Korrosionsschutz werden bereits bei den Herstellern von Ausrüstungen, Rohren und Formstücken geschaffen.
In der Vergangenheit mußten hierbei große Versäumnisse festgestellt werden, die zu höheren Aufwendungen in der Instandhaltung und höheren Betriebskosten führten. Das betraf nicht nur die Kosten, sondern auch die Bindung von Arbeitskräften und den Verbrauch von zusätzlichem Material. Trotz großer Anstrengungen unserer Werktätigen waren Havarien, verbunden mit Ausfällen der Wasserversorgung für die Bevölkerung, nicht zu vermeiden. Diese Auswirkungen einschließlich Produktionseinschränkungen in der Industrie werden vielfach nicht mehr auf die eigentlichen primären Ursachen zurückgeführt, da sie oft erst Jahre später auftreten.
Die Sicherung einer hohen Qualität des Korrosionsschutzes von Rohren ab Herstellung über Transport und Lagerung bis hin zur Verlegung und Inbetriebnahme hat eine grundsätzliche Bedeutung für die sofortige und spätere Intensivierung. In mehreren Fällen wurde das bei der Verlegung von bituminierten Stahlrohren nicht gewährleistet.
Folgende Mängel traten u. a. auf:
- Ablaufen der inneren Bitumenschicht infolge Sonneneinstrahlung und fehlender Instandhaltung der Sonnenschutzschicht bis zum Verfüllen der Rohrleitung
- unzureichende und teilweise auch fehlende Nachisolierung der inneren und äußeren Schweißnahtzone sowie von Fehlstellen in der Isolierung
- mangelnde Qualitätskontrolle der Gewährleistung der durchgängigen Isolierung entsprechend TGL 7534 (die Parameter Schichtdicke, Haftung, Schichtdichtheit und das Fehlen von Hohlräumen sind bei der Übergabe unbedingt zu gewährleisten)
- Versorgungsstörungen durch Ablösen abgetropfter sowie nur unzureichend haftender Bitumenisolierung und damit Verstopfung von Wasserzählern und Warmwassergeräten sowie Verschmutzung von Wäsche
- mangelnde Schutzwirkung bei Aktivanoden zum Schutz der inneren Schweißnahtzonen. (Teilweise sind durch unsachgemäßes Anschweißen und fehlerhafte Anoden zusätzliche Schäden aufgetreten. Wenn ein weiterer Einsatz in Sonderfällen erforderlich ist, ist die Schutzwirkung exakt nachzuweisen. Problematisch bleibt weiterhin, daß derartige Rohrleitungen nicht mit Ball gereinigt werden können und spätere Sanierungsverfahren ausscheiden.)

Durch die Rohrindustrie sind Voraussetzungen zu schaffen, daß auch Stahlrohre den Gebrauchswertanforderungen der Wasserwirtschaft hinsichtlich einer volkswirtschaftlich erforderlichen Nutzungsdauer von 80 Jahren entsprechen. Eine Möglichkeit besteht in der Staffelung der Qualität der Bitumenbeschichtung entsprechend den Anforderungen der Hauptanwender an die Lebensdauer durch
- Gewährleistung des Säuberungsgrades 2 (nach TGL 18730/02) für hohe Lebensdaueranforderungen
- Einsatz höherwertiger Bitumen mit einem Erweichungspunkt von 90 °C
- Qualitätsverbesserung des Haftvermittlers
- Entwicklung technologisch sicherer Verfahren zur Nachisolierung von Verbindungsstellen und Formstücken.

Alternativen für bituminierte Stahlrohre sind:
- im Nennweitenbereich DN 200 bis DN 600 zementmörtelausgekleidete Stahlrohre (Hersteller: VEB Rohrwerk Bitterfeld),
- im Nennweitenbereich DN 80 bis DN 800 Gußrohre (Hersteller: VEB Keulahütte Krauschwitz) und
- im Nennweitenbereich DN 1000 und DN 1200 Spannbetonrohre (Hersteller: VEB Betonwerk Lausig).

Folgende Anwendung von Spannbeton- und ZMA-Rohren erfolgte z. B.
Spannbetonrohre:
1982 1 km Fernwasserleitung Torgau/Ost
1983 Fernwasserleitung von TWA Bad Blankenburg
ZMA-Rohre:
1983 1,5 km NW 600 Rohwasserleitung Torgau/Ost.
Bei ZMA-Rohren gilt es, die Komplettierung der Leitung durch entsprechend ausgekleidete Formstücke zu erreichen und den Korrosionsschutz der Rohrverbindungen in hoher Qualität zu gewährleisten.
Darüber hinaus ist der Einsatz der wenig korrodierenden Rohrwerkstoffe, wie Asbestzement (AZ) und PVC, entsprechend den zur Verfügung stehenden Fonds vorzusehen. Bei gegebenen Einsatzmöglichkeiten sind auch druckgeminderte AZ-Rohre (Nenndruck PN $< 10$) einzusetzen. PE-Rohre sind vorrangig für Hausanschlußleitungen anzuwenden.
Weiterhin sind Glasrohre der Marke RASOTHERM (VEB Werk für Technisches Glas Ilmenau) dort einzusetzen, wo die technischen Voraussetzungen hinsichtlich Nennweite und -druck bestehen und sich ökonomische Vorteile auf der Basis von Gebrauchswert-Kosten-Analysen ergeben. Einsatzmöglichkeiten bestehen z. Z. nur für gebäudeverlegte Rohrleitungen, beispielsweise in Chemikalienstationen.
Bei der Verlegung von Stahlrohrleitungen ist in Zukunft der Korrosionsaggressivität des Transportmediums Wasser eine größere Bedeutung beizumessen. Zur effektiven Verwendung der zur Verfügung stehenden korrosionsgeschützten Rohre ist ihr Einsatz mit der Korrosionsaggressivität des Wassers in Beziehung zu setzen. Hier bestehen wesentliche Möglichkeiten zur Intensivierung der Grundfondsökonomie. Nur bei Berücksichtigung aller Einflußfaktoren und Betrachtung des gesamten Rohrsystems (Rohre, Verbindungstechnik und Formstücke) sowie der Betriebsbedingungen werden wir bei der komplexen Intensivierung der Grundfonds der Wasserverteilungssysteme erfolgreich sein.



Arbeit der KDT

# Informationstagung Korrosionsschutz von Wasserleitungen

Am 11. und 12. November 1982 fand in Erfurt die KDT-Tagung zum Korrosionsschutz von Wasserleitungen statt. Sie wurde von der Erzeugnisgruppe Plastanwendung und Korrosionsschutz in der Wasserwirtschaft mit dem Leitbetrieb VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Karl-Marx-Stadt und der KDT-Bezirksfachsektion Wasser Erfurt organisiert. Die Problematik der Tagung fand großes Interesse, besonders bei Fachleuten aus der Wasserwirtschaft und dem Bauwesen. Das zeigt sich in der relativ hohen Teilnehmerzahl von etwa 300.

Ein großer Teil von Wasserleitungen besteht aus korrosionsgefährdeten und korrosionsgeschädigten Stahlrohren. Für die Intensivierung der Grundfondsökonomie und die langfristige Gewährleistung der Versorgungssicherheit sind die Rohrleitungen so zu projektieren, zu verlegen und instand zu halten, daß eine Nutzungsdauer von 80 Jahren erzielt werden kann. Auf der Tagung wurde gezeigt, welche Maßnahmen zur Erfüllung dieser volkswirtschaftlich notwendigen Aufgaben durchzusetzen sind.

Der Plenarvortrag zum Thema „Grundsätze zur Intensivierung der Grundfondsökonomie bei Wasserleitungen unter Berücksichtigung eines volkswirtschaftlich effektiven Korrosionsschutzes" wurde von Dr. *Kampe* vom Ministerium für Umweltschutz und Wasserwirtschaft gehalten (siehe Seite 291 in diesem Heft).

Von Dipl.-Chem. *Mörbe* wurde die Wirkungsweise der wesentlichsten Einflußfaktoren auf die Korrosion von Wasserleitungen aus unlegiertem und verzinktem Stahl dargestellt. Durch entsprechende Wasserqualitäten kann der Korrosionsprozeß im Rohr durch Schutzschichtbildung wesentlich verlangsamt werden. Bei unlegiertem Stahl wird die Schutzschichtbildung unter folgenden Bedingungen begünstigt:

- Sauerstoffkonzentration $> 3$ g/m$^3$
- *p*H-Wert möglichst hoch, aber $< 8{,}5$
- Kalziumkonzentration $> 0{,}5$ mol/m$^3$.

Hierzu wird ein Standard neu erarbeitet.

Von Dipl.-Ing. *Nonnewitz* wurden Hinweise zur korrosionsschutzgerechten Projektierung und zur Werkstoffauswahl von Wasserleitungen gegeben. Der Korrosionsschutz ist von ausschlaggebender Bedeutung für die Grundfondsökonomie von Investitionen, da er bei einem Investitionsmittelanteil von maximal 2 Prozent die Lebensdauer entscheidend bestimmt. Projektierungsgrundlage für die Werkstoffauswahl und den Korrosionsschutz von Rohrleitungen ist die Neufassung von TGL 22769/03. Die noch offenen Fragen, wie z. B. durchgängiger qualitätsgerechter innerer Korrosionsschutz von Stahlleitungen, können nur durch enge Zusammenarbeit zwischen den Rohrherstellern, Projektanten, Baubetrieben und Betreibern gelöst werden. Hauptzielrichtung sollte dabei der komplette innere Schutz der Stahlleitungen mit einer durchgängigen Zementmörtelauskleidung sein.

Von Dipl.-Ing. *Wissing* wurde über die Anwendung von Gußrohren für Wasserleitungen in Sammelkanälen berichtet. Die bisher vorzugsweise angewandten Stahlrohre unterliegen einer starken Korrosionsgefährdung auch bei Realisierung des erforderlichen Bitumenschutzes. Die erforderliche Nutzungsdauer von 80 bis 100 Jahren kann nicht gewährleistet werden. In diesem Zeitraum ist eine drei- bis viermalige Erneuerung erforderlich.
Die Substitution von Stahlrohren durch Gußdruckrohre mit Kugelgraphit (GGG) bringt eine entscheidende Verlängerung der Nutzungsdauer mit sich. Folgende anwendungstechnischen Probleme treten auf:

- fehlende technologische Erfahrungen u. a. zu den Bearbeitungsmöglichkeiten
- Sicherheitsfragen bei Rohrbrüchen
- fehlende rohrspezifische Festigkeitswerte
- kein Formstücksortiment aus GGG.

Zur Klärung dieser Fragen wurde ein Erprobungsbau realisiert. Positive Ergebnisse liegen mit Anbohrungen vor. Der Einsatz von Dehnungsausgleichern ist in der Regel nicht erforderlich. Die Stützweiten sind nennweitenabhängig. Sie betragen bis DN 100 4 m und bis DN 300 6 m. Die Ergebnisse werden in einer Projektierungs- und Verlegerichtlinie zusammengefaßt.

Von Koll. *Brussig* wurden in einem Dia-Vortrag typische Schadenfälle bei bituminierten Stahlrohrwasserleitungen gezeigt, die in Betrieb bzw. noch im Bau sind. Durch mangelnde Sorgfalt bei Lagerung, Transport und Verlegung der bituminierten Stahlrohre kommt es zu erheblichen Schäden am Korrosionsschutz, die ihn praktisch wirkungslos machen. Schadenschwerpunkte sind die Beschädigung der äußeren Bitumenschicht durch die Transport- und Lagerprozesse und das Verfüllmaterial sowie die Beschädigung der inneren Bitumenschicht durch fehlende Funktionserhaltung der Sonnenschutzschicht. Die Isolationsbeschädigungen im Innenrohr sind in der Regel nicht mehr in der erforderlichen Qualität zu beseitigen. Durch die Einhaltung der betreffenden Standards (TGL 7534, 18792, 20353, 22769/03) ist die erforderliche Isolationsqualität beim Verlegebetrieb nachweislich zu sichern. Die Durchsetzung dieser verbindlichen Forderungen durch den Auftraggeber erbringt eine hohe Effektivität, da sich die Nutzungsdauer der Rohrleitungen ohne zusätzliche Investitionen erheblich verlängert.

Von Dipl.-Ing. *Geißler* wurde über den Ist-Zustand des Korrosionsschutzes von Rohrleitungen berichtet. Die meisten Korrosionsschäden sind solche an Stahlrohrleitungen der Wasserwirtschaft. Hausanschlußleitungen aus verzinktem Stahlrohr erfüllen nicht die Gebrauchswertanforderungen für erdverlegte Wasserleitungen. Sie können die Versorgungssicherheit langfristig nicht garantieren. Die Schäden an schmelzgeschweißten bituminierten Stahlrohren (DN $\geqq$ 200 mm) werden durch die teilweise unzureichende Qualität der Bitumenisolation, durch Beschädigung bei Transport und Lagerung sowie durch mangelhafte oder fehlende Nachisolation von Fehlstellen und Montageschweißnähten verursacht. Der Einsatz von Aktivanoden zum Schutz der inneren Schweißnahtzone hat nicht in allen Fällen den erwarteten Nutzeffekt gebracht. Teilweise traten zusätzliche Schäden ein, teilweise sind die Anoden wirkungslos. Der katodische Außenschutz wird noch nicht im erforderlichen Umfang angewendet. Durch fehlenden Streustromschutz in gefährdeten Gebieten wird die Entstehung von Rohrbrüchen gefördert.

Von Kollegen *Ahrens* wurden die Einsatzmöglichkeiten der Datenbank Wasserversorgungsnetze für eine komplexe Ist-Zustandsanalyse und zur Vorbereitung von Rekonstruktionsmaßnahmen dargestellt. Die Untersuchung von 13 000 km Wasserleitungen ergab, daß bei Gußleitungen der Rohrbruchquotient bis zum 80. Nutzungsjahr nicht über 0,6 steigt. Vielfach ist eine Nutzung über 100 Jahre problemlos möglich. Bei Stahlleitungen tritt an den 10- bis 40jährigen Strängen ein starker Anstieg des Rohrbruchquotienten auf, der z. B. bei 30jähriger Nutzung das Dreifache von vergleichbaren Gußleitungen beträgt. Mit der Datenbank sind in regelmäßigen Abständen der Zustand des gesamten Netzes systematisch zu untersuchen und kritische Ein-

zelstränge auszuweisen. Die Vielzahl der Informationen, die aus der Datenbank gewonnen werden, sind kritisch zu sichten und in komplexen Zustandsanalysen aufzubereiten. Die Untersuchung folgender Probleme, zu denen umfangreiche und erprobte Auswertungsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, hat sich bereits in mehreren Betrieben bewährt:

- allgemeine Versorgungsgebietsbeschreibung (Länge, Ausrüstungen, Verlegebedingungen usw.)
- Altersstrukturen und Rohrbruchquotienten
- Schadenstrukturen und Reparaturaufwendungen
- Inkrustationen/Ablagerungen und Reinigungsbedarf
- Gesamtzustand und gefährdete Einzelstränge
- hydraulische Analyse, Versorgungssicherheit und Wasserverluste
- Rekonstruktionswürdigkeit der gefährdeten Stränge unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Kosten für Ersatzinvestitionen und für Sanierung unter Berücksichtigung der voraussichtlichen Nutzungsdauer.

Der Beitrag von Dipl.-Ing. *Schenk* über „Erfahrungen bei der Durchsetzung eines ordnungsgemäßen Korrosionsschutzes von Rohrleitungen" ist auf Seite 295 abgedruckt.

Dipl.-Ing. *Biedermann* informierte über die Herstellung und den Einsatz von Spannbetonrohren in der Wasserwirtschaft. Diese Rohre werden auf der Grundlage einer französischen Lizenz im VEB Betonwerk Laußig in den Nennweiten DN 1000 und DN 1200 sowie den Druckstufen PN 0,6, 1,0, 1,2 und 1,6 MPa hergestellt. Der *k*-Wert beträgt für die gesamte Rohrleitung 0,2 mm. Als Rohrverbindung dient eine Muffen-Spitzende-Verbindung. Zur Einbindung von Formstücken und Armaturen werden Sonderrohre hergestellt, die einen Stahlrohrschuß besitzen, der in das Kernrohr eingebunden ist. Zur Zeit sind diese Stahlrohrschüsse lediglich mit Bitumen nach TGL 7534 geschützt. Ab 1985 ist die Aufbringung einer Zementmörtelschutzschicht vorgesehen. Zur Vermeidung von Schäden bei Transport und Lagerung ist eine hohe Sorgfalt erforderlich. Die Masse eines 7 m langen Rohres beträgt 6 t bei DN 1000 bzw. 8 t bei DN 1200. Bei diesen Rohren wird von einer Lebensdauer von 100 Jahren ausgegangen. Transportschäden sind mit Epoxidharzmörtel zu beseitigen.

Dr. *Krauß* berichtet über den Stand des passiven Korrosionsschutzes im Leitbetrieb Rohrleitungen und Isolierungen. Anstrichstoffbeschichtungen werden vorwiegend im Kraftwerksanlagenbau eingesetzt. Es wurden Geräte zum Innenstrahlen in Rohren entwickelt. Der äußere Korrosionsschutz von Wasserleitungsrohren bleibt weiterhin der Bitumenschutz. Hauptziel ist die Verbesserung der Bitumenqualität und dabei besonders die Thermostabilität. Durch ihre Reduzierung wurde eine Reihe von Schadenfällen verursacht. Eine häufige Schadenursache beim Verlegen innenbituminierter Stahlrohre ist die fehlende oder unzureichende Nachisolation der Schweißnahtzonen und das Fehlen einer wirksamen Sonnenschutzschicht auf der Baustelle.

Im Vortrag von Kollegen *Ollmert* wurden Hinweise zur Planung, Projektierung, zum Bau und Betrieb katodischer Schutzanlagen gegeben. Die Zunahme des Vermaschungsgrades erdverlegter metallener Objekte und die Inbetriebnahme neuer Gleichspannungsanlagen führt zur zunehmenden Gefährdung auch der Wasserleitungen. Damit gewinnen die Standards zum Verbundkorrosionsschutz (TGL 18791) und zum Streustromschutz (TGL 18790) immer größere Bedeutung. Im Standard TGL 18791, der z. Z. überarbeitet wird, wurden die Schutzkriterien neu festgelegt. Für Wasserleitungen ist schon ein Teilschutz ausreichend, da ein Vollschutz oft nur mit einem unvertretbar hohem ökonomischen Aufwand erzielbar ist. Eine Stahlrohrleitung gilt als vollständig katodisch geschützt, wenn das Objekt/Elektrolytpotential —800 bis —1 100 mV (IR — frei gemessen gegen $Cu/CuSO_4$-Elektrode) beträgt. Die Erfahrungen zeigen, daß kleinere Absenkungen des Ruhepotentials in negativer Richtung hohe Schutzeffekte bringen können. Schon bei der Erarbeitung der Aufgabenstellungen und bei der Grundsatzentscheidung ist es deshalb dringend notwendig, den künftigen Fachprojektanten und die fremden Rechtsträger von Schutzobjekten mit einzubeziehen.

Für die Aufgabenstellung sind z. B. die technischen Parameter des eigenen Objektes und für alle einzubeziehenden Objekte erforderlich. Es ist zu entscheiden, ob vorhandene Schutzanlagen anderer Rechtsträger erweitert werden können.

Dipl.-Ing. *Hübner* informierte über zementmörtelausgekleidete Rohre. Die Zementmörtelauskleidung beim Rohrhersteller ist der effektivste Innenkorrosionsschutz für Stahlwasserleitungen, da sie besonders eine wesentlich längere Schutzdauer und geringe *k*-Werte (0,2 bis 0,3 mm) ergibt und nicht zu Inkrustationen neigt. Es ist vorgesehen, die Produktion im Nennweitenbereich DN 200 bis DN 600 aufzunehmen. Der Korrosionsschutz der Rohrverbindungen soll durch Ringaktivanoden oder nichtkraftschlüssige Rohrverbindungen gewährleistet werden. Die Produktion von T-Stücken und Segmentkrümmern soll schrittweise aufgebaut werden. An der Verbesserung der chemischen Beständigkeit wird gearbeitet. Die neuen Einsatzgrenzen werden im Werkstandard der VEB Rohrwerke Bitterfeld AB 22.04 veröffentlicht.

*Geißler*



**Information**

## Projektierungsrichtlinie „Einsatz von Rohren und Anlagen aus technischem Glas"

Im VEB Chemieanlagenbaukombinat Leipzig-Grimma, Betrieb Anlagenbau, wird seit vielen Jahren auf traditionellen und ausgewählten Gebieten technisches Glas im Rohrleitungsbau und bei Teilanlagen eingesetzt. Die neu ausgearbeitete Projektierungsrichtlinie ERC 7501/4 „Werkstoffeinsatz — Glas-Einsatz von Rohren und Anlagen aus technischem Glas" berücksichtigte aus der Sicht der Projektierung die gewonnenen Erfahrungen dieses Kombinats. Sie wurde in Abstimmung mit dem Kombinat Technisches Glas Ilmenau, Werk für Technisches Glas, Direktionsbereich Glasapplikation, und dem VEB Jenaer Glaswerke und der Stahlberatungsstelle Freiberg erarbeitet.

Ausgehend von den gesetzlichen Regelungen wird kurz die Notwendigkeit des verstärkten Glaseinsatzes begründet. Anschließend wird auf die grundsätzlichen Aufgaben des VEB CLG im Zusammenhang mit dem Glaseinsatz eingegangen und der Liefer- und Leistungsumfang beschrieben.

Es folgt eine ausführliche und mit der glasherstellenden Industrie abgestimmte Darstellung der technischen, mechanischen und sicherheitstechnischen Einsatzmöglichkeiten des Einsatzes von technischem Glas. Diese wird durch eine Übersicht über gültige Richtlinien und Standards des VEB Werk für Technisches Glas Ilmenau und des VEB Jenaer Glaswerke beim Einsatz von technischem Glas im Rohrleitungs- und Anlagenbau ergänzt.

Diese Richtlinie kann über ein Nachnutzungsentgelt von den Kombinaten, Betrieben und Institutionen innerhalb der DDR bezogen werden.

Bestellungen sind an den

VEB Chemieanlagenbaukombinat
Leipzig-Grimma, Betrieb Anlagenbau,
Leitstelle für Projektierung
der chemischen Industrie,
7010 Leipzig, Georgi-Ring 1—3,

zu richten.

# Erfahrungen bei der Durchsetzung eines ordnungsgemäßen Korrosionsschutzes von Wasserrohrleitungen

Dipl.-Ing. Max Peter SCHENK
Beitrag aus dem VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Erfurt

Zur Erhöhung des Effektivitäts- und Leistungszuwachses sind rationelles Bauen und die Senkung des Wartungs- und Pflegeaufwandes ein grundsätzliches gesellschaftliches Erfordernis. Das gilt im besonderen Maße bei Rohrleitungen, die ein hohes Anlagevermögen darstellen und eine sehr lange Lebensdauer haben. Damit besteht die Aufgabe, die technisch-ökonomischen Lösungswege der Materialökonomie unter gewissenhafter Beachtung qualitativer Faktoren voll auszunutzen. Dabei spielt der Korrosionsschutz von Rohrleitungen eine besondere Rolle und gilt als wesentlicher Faktor der Intensivierung.

Geht man davon aus, daß Wasserleitungen einen Korrosionsschutz auf Lebenszeit erhalten, dann kann daraus die Schlußfolgerung gezogen werden, daß die Güte des Korrosionsschutzes die Lebenszeit maßgeblich mit bestimmt. Korrosionsträge Materialien, wie Grauguß, Asbestzement und Plastwerkstoff, sind natürlich von vornherein empfindlicherem Material, wie z. B. Stahl, überlegen. Diese Erfahrungen konnten auch deutlich am Wasserleitungsnetz der Stadt Erfurt abgelesen werden. Bei einigen Rohrwerkstoffen ist die normative Nutzungsdauer weit überschritten.

Weniger gute Erfahrungen sind eigentlich nur mit Stahlrohren gesammelt worden. Obwohl dieses Material schon die geringste normative Nutzungsdauer aufweist, wird diese in der Regel nicht erreicht.

In Erfurt ist bis 1970 der Anteil an Stahlrohren bei Hauptleitungen relativ unbedeutend geblieben. Anders sieht es bei Hausanschlüssen aus. Dort sind neben den Bleileitungen beträchtliche Längen an bituminierten und verzinkten Stahlrohren verlegt worden.

Während die Hauptrohrschäden im gesamten Stadtgebiet sinkende Tendenz aufweisen, ist bei den Hausanschlüssen seit Jahren, trotz umfangreicher Auswechslungen, eine steigende Tendenz nicht zu vermeiden gewesen.

In den letzten vier Jahren ist die Zahl der Rohrbrüche in Neubaugebieten rapide angestiegen. Diese sind alle auf Korrosionsschäden bei Stahlrohren zurückzuführen. Das Stahlrohr ist seit 1972 als Hauptmaterialart, vorwiegend als Folge des Sammelkanals, gewählt worden. Aber auch die Forderung der Bauindustrie nach einem Werkstoff, der bei Erdverlegung unempfindlich ist gegen Beanspruchungen während der Bauzeit, darf nicht übersehen werden. Den seinerzeitigen Optimierungsbetrachtungen haftete immer der Mangel an, daß nur die Investkosten im Vordergrund standen, niemals die laufenden Aufwendungen.

Tafel 3 zeigt die Statistik der Rohrschäden in einem Erfurter Wohngebiet mit einer Leitungslänge von 11,59 km, 40 Prozent sammelkanal- und 60 Prozent erdverlegt, Bauzeit von 1972 bis 1976.

Die Aufklärung solcher Mängel war dringend erforderlich. Zunächst wurden rechtliche Schritte gegen die bauausführenden Betriebe erwogen und das ASMW und die Zentralstelle für Korrosionsschutz um gutachterliche Aufklärung gebeten. In drei Wohngebieten sind die sammelkanalverlegten und in einem Wohngebiet die erdverlegten Stahlleitungen auf Zustand des inneren und äußeren Korrosionsschutzes mit einer Hochrechnung der Restnutzungsdauer untersucht worden.

Bei den sammelkanalverlegten Stahlleitungen zeigte es sich, daß die Bauausführung des inneren und äußeren Korrosionsschutzes nicht projektgemäß erfolgte. Die unter Baustellenbedingungen vorgenommenen Isolierungen ohne ausreichende oder ohne Untergrundbehandlung erreichte höchstens die Bedeutung eines Grundschutzes. Waren werksisolierte Rohre vorhanden, dann zeigten die Korrosionsschichten starke Beschädigungen. Die Schweißverbindungen, die Schweißnähte an den Flanschen und geschweißte Formstücke hatten bis auf einen Kaltanstrich keinen durchgängigen Korrosionsschutz. Die Lebensdauer reduziert sich unter Addition der empirisch gefundenen inneren und äußeren Rostgeschwindigkeiten auf rund 50 Prozent der projektierten Nutzungsdauer. Insgesamt wurde eingeschätzt, daß Elementarverstöße gegen die Regeln der Bautechnik vorliegen.

Bei den erdverlegten Stahlleitungen ist durchweg werksisoliertes Rohrmaterial eingesetzt worden. Aber durch schlechte Rohrbettung, Verfüllung mit Steinen und Bauschutt, Stumpfschweißungen, mangelnde Nachisolierung ohne Untergrundvorbehandlung oder in mangelnder Schichtdicke war der Korrosionsschutz nicht durchgängig gegeben. Dazu kommt eine zusätzliche Gefährdung durch aggressiven Baugrund, durch Langstreckenelementbildung und durch die Fundamenterdung. Das heißt also, daß die Hausanschlußleitungen, die über den Potentialausgleich und durch Zufallsverbindungen mit der schlaffen Bewehrung der Fundamente verbunden sind, den anodischen Teil eines intensiven Korrosionselementes darstellen. Das gleiche gilt für Rohrleitungen, die mit dem Bewehrungsstahl der Sammelkanäle Kontakt haben. Die Schweißverbindungen begünstigen die Korrosion.

Eine weitere Ursache für den schlechten Zustand der neugebauten Stahlrohrnetze ist der Einfluß der Wasserqualität auf die innere Korrosion. In Erfurt werden je nach Versorgungsgebiet völlig unterschiedliche Wässer verteilt. Während bei dem stark gepufferten Grundwasser mit einer Härte um 30 °dH unisolierte Stahlrohre nach sechs Betriebsjahren überhaupt keinen Angriff der Metallmantelfläche zeigten und sich eine Rostschutzschicht aufbaute, waren bei extrem weichem sauerstoffgesättigtem Was-

*Tafel 1* Rohrnetz Erfurt, erreichtes Alter für verschiedene Rohrmaterialien

| Leitungsart | normative Nutzungsdauer a | älteste Leitungen a |
|---|---|---|
| Grauguß (GG) | 50 | 108 |
| Asbestzement (AZ) | 50 | 45 |
| Blei (Pb) | 40 | 85 |
| Stahl, bituminiert, (St, bi) | 40 | 20 (vereinzelt 50) |
| Stahl, verzinkt (St, zn) | 40 | 20 (vereinzelt 30) |
| PE-Rohr | 50 | |
| PVC-Rohr | 50 | |

*Tafel 2* Rohrnetz Erfurt, Rohrbruchentwicklung

| Zeitabschnitt | Hauptltg. Stck/a | Anschlußltg. Stck/a |
|---|---|---|
| 1955 bis 1960 | 92 | 119 |
| 1960 bis 1965 | 118 | 169 |
| 1965 bis 1970 | 103 | 260 |
| 1970 bis 1975 | 79 | 202 |
| 1975 bis 1978 | 64 | 231 |
| ∅ | 94 | 195 |

*Tafel 3* Rohrnetz Erfurt, Rohrbruchentwicklung in einem Neubaugebiet

| Zeit | Rohrschäden (Anzahl) | Auswechslung (m) | NW (mm) |
|---|---|---|---|
| 1977 (2. 3. – 31. 12.) | 11 | – | 80–200 |
| 1978 | 16 | – | 100–200 |
| 1979 | 25 | – | 80–200 |
| 1980 | 58 | – | 80–200 |
| 1981 | 86 | 44,5 | 80–250 |
| 1982 (1. 1. – 17. 5.) | 36 | 84 | 80–300 |
| 63 Monate | 232 | | |

ser nach sechs Betriebsjahren Lochfraßtiefen von 3 mm zu verzeichnen. Dort betrug die innere Korrosionsgeschwindigkeit 0,5 mm/a.

Wie konnte es zu solchen Mängeln kommen? Es lassen sich dazu sowohl objektive als auch subjektive Gründe anführen. Zu den objektiven Gründen gehört zweifelsohne, daß zur Technologie des Sammelkanals erst Erfahrungen gesammelt werden mußten. Die Bauvorschriften hierzu sind auch ständig verschärft worden. Die Auswirkungen der Fundamenterdung und der Korrosionselemente sind erst in letzter Zeit auch hier in Erfurt in voller Tragweite offenbar geworden. Ein weiterer objektiver Grund ist, daß die Staatlichen Bauaufsichten personell nicht in der Lage sind, alle Baumaßnahmen zu überwachen und zunehmend vom Prüfverzicht Gebrauch machen. Das alles darf nicht darüber hinwegtäuschen, daß die subjekte Einstellung zum Korrosionsschutz wesentlich den Erfolg der Arbeit bestimmt. Das zeigt sich auch daran, daß in verschiedenen Betrieben unterschiedliche Erfahrungen gemacht wurden.

Um nun aus der eben dargelegten Situation herauszukommen und eine Verbesserung zu erzielen, sind in den letzten beiden Jahren große Anstrengungen unternommen worden, die sich in Komplexe zusammenfassen lassen:

1. Es ist zur Nachbesserung oder Ersatzleistung der Rechtsweg beschritten worden.
2. Es wurde versucht, allseitig die Zusammenarbeit zu verbessern.
3. Zur Anhebung der Qualität gab es Vereinbarungen und Festlegungen.

*Zum 1. Komplex:*
Die Garantiezeit für Bauleistungen ist in den Rechtsvorschriften mit zwei Jahren festgelegt. Sie beginnt mit dem Tag der Abnahme. Da heute üblicherweise der Tiefbau vor dem Hochbau liegt, verschiebt sich der Inbetriebnahmetermin, so daß der effektiv zur Verfügung stehende Garantiezeitraum weniger als zwei Jahre beträgt. Während der Garantiezeit treten nur Schäden durch mechanische Beschädigungen oder Beanspruchungen auf. Korrosionsschäden machen sich erst viel später bemerkbar und können dann nicht mehr als Garantieleistungen anerkannt werden.

Die Investitionsauftragnehmer sind allerdings zeitlich unbegrenzt zur Ersatzleistung, Nachbesserung oder Minderung verpflichtet, wenn gröbliche Verletzungen der Pflichten zur qualitätsgerechten Leistung, vor allem grobe Verstöße gegen elementare Grundsätze der Projektierung oder der Fertigung und Montage, vorliegen.
Während im Garantiezeitraum der Rechtsträger der Wasserleitungen den Mangel dem Investitionsauftragnehmer nur anzuzeigen braucht, sind gröbliche Verstöße exakt nachzuweisen und rechtlich zu begründen.
In Erfurt sind in drei Fällen Forderungen nach Ablauf der Garantiezeit durchgesetzt worden. Der Ablauf war folgender:
– In jedem Fall sind Gutachten bei autorisierten und lizenzierten Experten in Auftrag gegeben worden. Die körperliche Erfassung der Schäden war mit einem beträchtlichen Aufwand und einer Inkaufnahme kritischer Versorgungssituationen verbunden, da Leitungen stillgelegt und demontiert werden mußten. Darüber hinaus mußten Analogieschlüsse gezogen werden. Diese sind dann auch regelmäßig angezweifelt worden.
– Entsprechend den Gutachten konnten dann gegenüber dem Baubetrieb Mängelanzeigen mit den Nachbesserungsforderungen gestellt werden. Der Rechtsträger hat nun die Pflicht, innerhalb eines halben Jahres die Ansprüche durchzusetzen oder einen Antrag auf Durchsetzung beim Bezirksvertragsgericht zu stellen, sonst droht Verjährung.
– In allen drei Fällen wurden die Mängelanzeigen vom Baubetrieb nicht anerkannt und nach vergeblichen Versuchen eigenverantwortlicher Lösungen mußten Vertragsschiedsverfahren beim Bezirksvertragsgericht eingeleitet werden. Nach mündlichen Verhandlungen ist in allen drei Fällen der Baubetrieb entweder zur Nachbesserung oder Ersatzleistung verpflichtet worden.
– Für die Durchsetzung dieser Verfahren waren folgende Zeiten erforderlich:
Fall 1 11 Monate
Fall 2 39 Monate
Fall 3 17 Monate.

Man kann aus den Darlegungen ableiten, welch großer zeitlicher, physischer und psychischer Aufwand erforderlich ist, im nachhinein Forderungen auf Mängelbeseitigung durchzusetzen. Dieser Aufwand kann nur auf Ausnahmen beschränkt bleiben. Weiterhin muß festgestellt werden, daß durch die verfügte Nachbesserung oder Ersatzleistung ein zusätzlicher Bauaufwand erforderlich ist, der nicht im gesellschaftlichen Interesse liegt. Die Bedeutung einer qualitätsgerechten Bauleistung von vornherein ist direkt ableitbar. Unsere Aufgabe war es, sich darauf vordergründig zu konzentrieren.

*Zum 2. Komplex:*
Um eine bessere Zusammenarbeit aller Partner zu erreichen, sind folgende Aktivitäten eingeleitet worden:
– Die Gutachten erbrachten zum Teil neue Erkenntnisse. Erinnert sei an den geschilderten Einfluß der Korrosionselemente Eisen/Boden und Beton/Eisen oder an die Fundamenterdung. Darauf mußte die Projektierung abgestimmt werden. Nach verschiedenen Konsultationen mit Fachleuten sind die Aussagen der Projekte zum Korrosionsschutz wesentlich verbessert worden.
– Die Gutachten und die Vertragsschiedsverfahren sind gründlich mit der Staatlichen Bauaufsicht ausgewertet worden. Es ergab sich u. a., daß die bauaufsichtliche Überwachung verbessert werden muß. Die TKO der Baubetriebe sollte verstärkt einbezogen werden. So wird in den Prüfbescheiden genau festgestellt, ob die Staatliche Bauaufsicht, die TKO des Baubetriebes oder bei Leitungsverlegungen kleinen Umfanges der spätere Rechtsträger für die Prüfung der Bauausführung zuständig ist. In gemeinsamer Absprache wurde sichergestellt, daß alle werkstattmäßig hergestellten Sonderformstücke separat Qualitätszertifikate erhalten, die bei der Übergabe/Übernahme der Investitionen in die Grundfonds des Versorgungsträgers mit übergeben werden. Diese Qualitätszertifikate tragen den TKO-Stempel.
– Die Gutachter bemühten sich persönlich, weitere Aufklärungsarbeit zu leisten, machten Vorschläge, unterstützten die Partner bei der Gerätebeschaffung und demonstrierten Nachbehandlungen an beanstandeten Rohrleitungen.
– Es muß bescheinigt werden, daß alle Partner – das sind Investitionsauftraggeber, Hauptauftragnehmer, Nachauftragnehmer und nicht zuletzt die Projektanten – willens sind, den Korrosionsschutz zu verbessern. Es wurden Qualitätskonferenzen abgehalten und klare Wettbewerbsziele abgesteckt. Eine sprunghafte Verbesserung des Korrosionsschutzes in letzter Zeit kann bescheinigt werden.

*Zum 3. Komplex:*
Wenn in Erfurt Wasserleitungen mit über 100 Jahren Lebensdauer zu voller Zufriedenheit in Betrieb sind, so kann es nicht befriedigen, wenn der Anteil des bitumierten Stahlrohres mit der an sich geringsten normativen Nutzungsdauer bei Neubauten im Wachsen begriffen ist. So sind in letzter Zeit zusammen mit der Staatlichen Bauaufsicht, mit dem Projektanten, mit dem bauausführenden Betrieb und mit dem Versorgungsträger folgende Festlegungen getroffen worden, die das Ziel haben, die Grenznutzungsdauer neuer Leitungen maximal möglich zu steigern:

– Seit 1981 wird nur noch duktiles Gußrohrmaterial in Sammelkanäle eingebaut. Inzwischen sind mehrere Kilometer ohne Komplikationen in Betrieb. Es erfolgt sogar eine Kombination mit Graugußformstükken. Vom Projektanten wird das Dehnungsverhalten geprüft, und erforderlichenfalls werden Dehnungsstoffbuchsen, möglichst in Kombination mit Schiebern, eingebaut.
– Bis zum Erscheinen eines verbindlichen Standards für den Korrosionsschutz von duktilen Gußrohren sind die Rohre nach dem Einbau im Sammelkanal einmal kalt auf bituminöser Basis von außen zu streichen.
– Die Flanschverbindungen sind im Sammelkanal zweimal mit Elaskon zu streichen, im Erdreich mit Bitumen einzugießen. Das Umwickeln mit Korrosionsschutzbinden ist untersagt.
– Bei TGL-gerechten Formstücken ist die Anfertigung aus Stahl untersagt, Sonderformstücke sind nach TGL 7534 entsprechend den Festlegungen des Projektes fachgerecht zu isolieren und, wie oben erwähnt, mit einem separaten Qualitätszertifikat der TKO zu versehen.
– Um bei erdverlegten Leitungen der Korrosion infolge Elementbildung zu begegnen, sind vorzugsweise zwischen Sammelkanal und Wohngebäude nichtmetallische Leitungen oder Gußrohre mit Steckmuffenverbindungen anzuwenden, d. h. elektrisch nicht leitende. Bei erdverlegten Hauptleitungen wird unter Beachtung geoelektrischer Aussagen des Baugrundgutachtens die Materialart festgelegt.
– Für jedes Bebauungsgebiet ist in Erfüllung der Forderungen von TGL 18791, TGL 18790 und der ABAO 823 ein Gutachten zum Globalschutz einzuholen.
– Opferanoden dürfen nicht eingebaut werden.

Es ist uns in echter sozialistischer Gemeinschaftsarbeit gelungen, den Korrosionsschutz der Wasserleitungen in den letzten

Jahren wesentlich zu verbessern, obwohl sich die Partner vor Gericht nicht immer wohlwollend gegenüberstanden.

Heute werden die Arbeitsergebnisse durch Anerkennung der Qualitätsverbesserung stimuliert. Das schafft Bedingungen, um noch effektiver zu arbeiten und künftig keine Probleme mit Leitungen zu haben, die wir heute bauen. Dies ist unabhängig von der Rohrmaterialbeschaffung. Ganz gleich, welches Material zur Verfügung steht, es muß nur entsprechend seinen Eigenschaften qualitätsgerecht verlegt werden.

Abschließend lassen sich aus den gesamten Erfahrungen folgende Aufgaben ableiten:

— An erster Stelle steht die Verlängerung der Garantie für Korrosionsschäden an Rohrleitungen auf fünf bis zehn Jahre. Nur so erfüllt die Garantie ihren Zweck.

— Zweitens wird angeregt, daß alle Betriebe, die Rohrleitungen verlegen, eine Zulassung nach vorheriger Prüfung der Voraussetzungen erwerben und diese Zulassung turnusmäßig verteidigen.

— Drittens sollten alle Kollegen, die Korrosionsschutzarbeiten ausführen, einen Befähigungsnachweis ablegen. Lehrgänge könnten von den Betriebsakademien durchgeführt werden. Damit würde auch eine moralische Aufwertung dieser Arbeiten verbunden sein.

— Letztens sollte bei der Verlegung von Stahlrohren ein Prüfverzicht genereller Art ausgeschlossen werden.

**Literatur**


/1/ *Nitzer, E.*: Gutachten zum Korosionsschutz des Objektes Wasserversorgungsleitungen im Sammelkanal Erfurt, südlicher Juri-Gagarin-Ring —

/2/ *Nitzer, E.*: Gutachten zum Korrosionsschutz des Objektes Wasserversorgungsleitungen im Sammelkanal Wohnkomplex Erfurt — Riethstraße —

/3/ *Krauß, R.*: Gutachten zu Korrosionserscheinungen am Objekt Wasserversorgungsleitungen im Sammelkanal Wohnkomplex Erfurt — Riethstraße — (Ergänzungsgutachten)

/4/ *Krauß, R.*: Gutachten zum Korrosionsschutz der Wasserversorgungsleitungen des Neubaugebietes „Roter Berg" Erfurt

/5/ Zentralstelle für Korrosionsschutz Dresden — Untersuchungsbericht zu den Korrosionsschäden an erdverlegten Wasserversorgungsleitungen im Wohngebiet Erfurt — Nordhäuser Straße —

/6/ *Goldnau, J.*: Bedeutung und Anwendung natürlicher Erder in Anlagen der öffentlichen Energieversorgung. In „Der Eelektro-Praktiker" 36 (1982) H. 8, S. 273—275

/7/ Weisung Nt. 6/81 zur Ordnung über Korrosionsschutz und Plastanwendung im Bereich des Ministeriums für Umweltschutz und Wasserwirtschaft vom 20. Februar 1981

/8/ Druckrohrleitungen der Wasserversorgung, Grundsätze für Projektierung, Bau und Betrieb — Rohrwerkstoffe, Hydraulische Berechnung. TGL 22769/03, September 1982

/9/ *Pohlmann, H.-W.*: Standardkomplex „Korrosionsschutz in der Wasserwirtschaft". WWT 32 (1982) 11, S. 380—381


# Erfahrungen aus der gesellschaftlichen Kontrolle der Gewässer und der wasserwirtschaftlichen Anlagen während der Frühjahrsdeich- und Flußschau 1983


Dipl.-Ing.-Ök. Walter GÜNTHER
Mitglied des Rates für Umweltschutz und Wasserwirtschaft Cottbus


Mit dem neuen Wassergesetz der DDR vom 2. Juli 1982 wurde die Verantwortung der Räte der Bezirke, Kreise, Städte und Gemeinden sowie der Organe der Wasserwirtschaft für eine breite gesellschaftliche Kontrolle des Zustandes der Gewässer und wasserwirtschaftlichen Anlagen sowie für die rationelle Nutzung und den Schutz der Gewässer neu geregelt.
Bei der Frühjahrsdeich- und Flußschau 1983 wurden im Bezirk Cottbus in 335 Einzelschauen mit etwa 160 Schaukommissionen unter Beteiligung von über 2 027 Vertretern der staatlichen- und Wasserwirtschaftsorgane, der Industrie- und sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe 6 376 km Gewässer, 800 km Hochwasserschutzdeiche, 77 Schöpfwerke, 2 339 wasserwirtschaftliche Anlagen und 55 Hochwassergebiete kontrolliert.
Die Deich- und Flußschauen in unserem sozialistischen Staat sind seit Jahrzehnten bereits zur guten Tradition im Kontrollprozeß der Funktionsfähigkeit und des Instandhaltungszustandes der Gewässer und wasserwirtschaftlichen Anlagen geworden. Bei der Frühjahrsdeich- und Gewässerschau 1983 zeichneten sich große Fortschritte durch besonders hohe Teilnahme von Abgeordneten der Volksvertretungen, von Beauftragten der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe und Bürgern aus den Städten und Gemeinden ab.

Die im Bezirk vorhandenen Gewässer, Vorfluter und Hauptgräben wurden zu 90 Prozent, die Hochwasserschutzdeiche mit 100 Prozent, die weiteren wasserwirtschaftlichen Anlagen zu 88 Prozent und die festgelegten Hochwassergebiete zu 95 Prozent kontrolliert. Notwendige Instandhaltungsaufgaben wurden festgelegt und erforderliche staatliche Auflagen an die Unterhaltungspflichtigen erteilt. Dabei wurden sowohl an Ort und Stelle als auch in Auswertung der Schauergebnisse notwendige Einzelmaßnahmen, Bereitstellen und Einsatz von Reparaturkapazitäten festgelegt bzw. Vorschläge für das Einordnen in die Pläne mit Leistungen im Werte von 18,8 Mill. M. bei 4,0 Mill. M Eigenleistungen der Instandhaltungspflichtigen berücksichtigt.
Wichtig ist die von den Schaukommissionen getroffene Feststellung, daß 88,0 Prozent der Gewässer, 99,7 Prozent der Deiche und 97,0 Prozent der Anlagen in einem guten Unterhaltungszustand sind.

Die sich aus dem Wassergesetz objektiv ergebenden Ansprüche an eine höhere Qualität der gesellschaftlichen Kontrolle stellen hohe Anforderungen an die Räte der Bezirke, an die Räte der Kreise, Städte und Gemeinden und an die Organe der Wasserwirtschaft zur Vorbereitung und Durchführung der Schauen mit den Schaukommissionen.
Es hat sich als richtig erwiesen, zunächst eine möglichst genaue Bestandsaufnahme aller vorhandenen Wasserläufe, Gräben, Vorfluter und Anlagen, gegliedert nach Instandhaltungspflichtigen, Territorien und Wassereinzugsgebieten, anzufertigen, um den Schaukommissionen die zu kontrollierenden Objekte fest zuzuordnen.
Ausgangspunkt sind die Dokumentationen der Oberflußmeisterei der WWD und das Meliorationskataster der Landwirtschaft. Auf der Grundlage der Richtlinie zur Arbeit der Schaukommissionen haben die Räte der Kreise mit den Städten und Gemeinden gründlich überprüft, auf welche Weise die Verantwortlichkeiten der Schaukommissionen für die territoriale und personelle Wirksamkeit neu zu ordnen waren.
Im Ergebnis wurden 14 Kreis- und 136 Bereichs- und Gemeindeschaukommissionen gebildet. Bewährte und aktive Gemeindeschaukommissionen wurden personell erweitert. Überall dort, wo Gewässer und Anlagen der Wasserwirtschaft, der Landwirtschaft, der Industrie, der Städte und Gemeinden in ihren wasserregulierenden Aufgaben komplexe Funktionen haben und die Wirksamkeit über das Territorium einer Stadt bzw. Gemeinde hinausgeht, wurden Bereichsschaukommissionen gebildet. Das erweist sich als vorteilhaft, um Gewässernutzungen besser zu koordinieren, den Instandhaltungszustand einheitlicher zu bewerten, den Einsatz von örtlichen Kapazitäten sowie der Meliorationsgenossenschaften und der Flußbereiche für die Instandhaltung auf Schwerpunkte zu konzentrieren. Auch die Organisation der Schauen und die Auswertung der Ergebnisse wird damit effektiver gestaltet.
Auf der Grundlage einer bezirklichen Rahmenschauordnung haben einige Kommissionen ihre Schauordnung bereits erarbeitet. Darin sind die sich aus dem Wassergesetz ergebenden Aufgaben festgelegt, die Mitglieder der Kommission und spezifische Arbeitsgruppen benannt sowie die zu schauenden Objekte im einzelnen aufgeführt.
Die feste Zuordnung der Schauobjekte zu den einzelnen Kreis-, Gemeinde- oder Bereichsschaukommissionen ist besonders wichtig. Damit ergibt sich für sie eine ständige Kontrollmöglichkeit und Vergleichbarkeit des Objektzustandes über lange Zeiträume sowie der Ausführung der festgeleg-

ten Arbeiten und erteilten Auflagen durch die Instandhaltungspflichtigen auch außerhalb der turnusmäßigen Frühjahrs- und Herbstschauen.

Das ist auch vorteilhaft für die in jedem Herbst durch die Schaukommission vorzunehmende Einstufung der in der Unterhaltungspflicht der WWD liegenden Gewässer und Anlagen in die Zustandsnoten. Im Bezirk Cottbus liegen 57,3 Prozent der zu kontrollierenden Gewässer (Vorfluter, Binnengräben), 66,8 Prozent der Schöpfwerke und Pumpstationen und 68,8 Prozent der Wehre bzw. Durchlässe in der Verantwortung der sozialistischen Landwirtschaftsbetriebe, der Industrie, der Städte und Gemeinden sowie bei einzelnen Bürgern. Es ist notwendig und richtig, alle Instandhaltungspflichtigen in die Arbeit der Schaukommissionen fest einzubeziehen und eine besonders enge Zusammenarbeit der Räte, der Flußbereiche der WWD und der Meliorationsgenossenschaften zu sichern. Deshalb ist in jeder Schaukommission ein Mitarbeiter der WWD und ein Mitarbeiter der Meliorationsgenossenschaft bzw. der Verantwortliche für Melioration der jeweiligen LPG Pflanzenproduktion eingesetzt. Aufgabe dieser Schaukommissionsmitglieder ist es, dem Vorsitzenden der Schaukommission (Bürgermeister) bei der Vorbereitung und Organisation zur Hand zu gehen, die Schaukommissionsmitglieder in spezifische Aufgaben einzuweisen, an Ort und Stelle fachlich Rat zu geben, die Nachweiskarten und Schauprotokolle anzufertigen, die erteilten Auflagen zu registrieren und die erforderlichen Berichte zu fertigen. In den 160 Schaukommissionen des Bezirkes sind 82 Mitarbeiter der Flußbereiche und der Staatlichen Gewässeraufsicht sowie 120 Beauftragte der Meliorationsgenossenschaften bzw. der LPG (P) dafür eingesetzt. Sie leisten bereits eine gute Arbeit, die ständig weiter qualifiziert werden muß.

Um aus den Schauprotokollen und Berichten richtige Leitungsentscheidungen im Bezirk, im Kreis und in der Oberflußmeisterei sowie bei den Abteilungen Landwirtschaft der Räte der Kreise ableiten zu können, ist eine getrennte Protokollierung entsprechend dem Schauprotokoll sowie der Anlage 4 und 5 der Richtlinie vom 2. 7. 1983 notwendig. Mit der Frühjahrsschau 1983 haben wir zunächst die Berichterstattung nach der Instandhaltungspflicht der WWD, der Landwirtschaft, der Industrie u. a. getrennt. Das reicht jedoch noch nicht aus, um die Jahresvolkswirtschaftspläne der Instandhaltungspflichtigen mit den Instandhaltungsauflagen in Übereinstimmung zu bringen und auch eine zweckentsprechende Rang- und Reihenfolge der Einzelmaßnahmen in den Schaukommissionen zu bestimmen sowie danach die Erfüllung der Auflagen zu kontrollieren und fortlaufend zu sichern.

In der Zeit vom 19. September bis zum 14. Oktober 1983 werden im Bezirk die Herbstdeich- und Flußschauen durchgeführt. Ausgehend von den gesammelten Erfahrungen der Schauen 1982 und der Frühjahrsschau 1983, müssen die Schauen in ihrer Qualität und Aussagekraft weiter verbessert werden.

Für uns ergeben sich deshalb folgende wesentliche Schlußfolgerungen:

1. Alle Kreisschaukommissionen müssen prüfen, ob der Umfang und das vorgegebene Ziel der Arbeit mit den jetzt bestehenden Schaukommissionen erreicht werden kann oder ob weitere Gemeindeschaukommissionen gebildet werden sollten.

2. In der Herbstschau ist die qualitative Seite der Schauen zu erhöhen. Es geht darum, weitere Abgeordnete, erfahrene Bürger, Vertreter von gesellschaftlichen Organisationen, wie dem VKSK, der Gesellschaft für Natur und Umwelt, ehrenamtliche Helfer der Wasserwirtschaft u. a., in die Arbeit einzubeziehen.

3. Es ist notwendig, in jeder Schaukommission einen Mitarbeiter der Organe der Wasserwirtschaft zur Unterstützung der Bürgermeister einzusetzen. Dazu reichen die Kräfte der SGA und der Flußbereiche nicht aus. Es sollten deshalb auch Mitarbeiter des VEB WAB, des VEB Projektierung Wassertechnik und Projektierung, BT Projektierung Wasserwirtschaft, und der Bezirksarbeitsgruppe der Staatlichen Bauaufsicht der Wasserwirtschaft eingesetzt werden.

4. Unter Leitung der Abt. Umweltschutz und Wasserwirtschaft und der Oberflußmeisterei ist mit den Vorsitzenden der Kreisschaukommissionen und den in den Gemeinde- und Bereichsschaukommissionen eingesetzten Beauftragten der Organe der Wasserwirtschaft Anfang September ein Erfahrungsaustausch durchzuführen, in dem besonders herauszuarbeiten ist:
- die mit der Herbstschau durchzuführende Einstufung der Gewässer und Anlagen der Wasserwirtschaft in die Zustandsnoten
- die stärkere Wirksamkeit der Schaukommission bei der Kontrolle der Gewässernutzung, der Feststellung ungenehmigter Abwassereinleitungen und anderer unzulässiger Gewässerverschmutzungen
- die Sicherung der Futternutzung der Deichvorländer und Deiche
- die Kontrolle der von den hochwassergefährdeten Betrieben selbst geschaffenen Hochwasserabwehrmaßnahmen.

Diese Aufgaben wurden in der Frühjahrsschau 1982 noch nicht genügend berücksichtigt.

5. In die Arbeit der Kreis-, Gemeinde- und Bereichsschaukommissionen sind auch die staatlichen Forstwirtschaftsbetriebe und die Kreisdirektionen Straßenwesen einzubeziehen, um auch Probleme der Instandhaltungspflicht der Gewässer (Vorfluter und Gräben) auf Forstflächen und bei Straßenbrücken zu klären. Mangelnde Instandhaltung der Vorfluter und Gräben in den Wäldern behindern in großem Maße die Funktionsfähigkeit der wasserwirtschaftlichen Anlagen.

6. Bis zum Beginn der Herbstschauen ist auch in den Kreisen Senftenberg, Hoyerswerda und Weißwasser über die Anzahl und den Umfang der zu kontrollierenden Objekte, für die die Landwirtschaft und andere Rechtsträger instandhaltungspflichtig sind, Klarheit zu schaffen; denn in der Frühjahrsschau 1983 gab es dazu noch keine genügende Kenntnis bei den Schaukommissionen.

7. In Auswertung der Frühjahrs- und in Vorbereitung der Herbstschau 1983 kommt es auch darauf an, verstärkt Vereinbarungen über die Wahrnehmung der Instandhaltungsaufgaben zwischen den Oberflußmeistereien, den Städten und Gemeinden, den Meliorationsgenossenschaften, den LPG (P) sowie weiteren Betrieben und gesellschaftlichen Organisationen abzuschließen.

**Zusammenfassung**

Die Erfahrungen der nach Inkrafttreten des Wassergesetzes vom 2. Juli 1982 durchgeführten Gewässerschauen bestätigen das große Interesse aller Beteiligten — der Instandhaltungspflichtigen, der örtlichen Räte und vieler Bürger — an einer hohen Funktionsfähigkeit der Gewässer und Anlagen. Sie zeigten auch die Bereitschaft, an der gesellschaftlichen Kontrolle aktiv mitzuarbeiten sowie für notwendige Instandhaltungen Verantwortung zu übernehmen. Die Räte der Bezirke, Kreise, Städte und Gemeinden sollten mit den Schaukommissionen diese Bereitschaft zur breiten gesellschaftlichen Kontrolle noch stärker nutzen, um eine hohe Funktionssicherheit der Gewässer und wasserwirtschaftlichen Anlagen zu gewährleisten und Mängel kurzfristig zu beseitigen.

Damit ist eine rationelle volkswirtschaftliche Nutzung der Gewässer für eine erhöhte Versorgungssicherheit der Bevölkerung, der Industrie mit Brauchwasser, die ausreichende Wasserbereitstellung zur Intensivierung der Pflanzenproduktion und des Hochwasserschutzes zu sichern.

# Erfahrungen bei der Durchführung von Gewässerschauen im Bezirk Schwerin

Dipl.-Staatswiss. Gerhard BRUHN
Mitglied des Rates für Umweltschutz, Wasserwirtschaft und Erholungswesen Schwerin

Gut organisierte und kontinuierlich durchgeführte Gewässerschauen mit kontrollfähigen Abrechnungen festgestellter Mängel können in vielfältiger Weise zur weiteren Steigerung der Leistungskraft unserer Volkswirtschaft beitragen.
Dies trifft im Bezirk Schwerin ganz besonders für den Bereich der landwirtschaftlichen Produktion zu. Hier können Witterungsauswirkungen in den Wasserläufen — wenn sie nicht schnell erkannt und wirksam abgewendet werden — geplante Produktionsziele hemmend beeinflussen.

Die Bestätigung dieser Grundthese unserer Arbeit in der Wasserbewirtschaftung gab uns ein Teilergebnis der diesjährigen Frühjahrsschau. So konnten mit der Realisierung von 200 in der Schautätigkeit festgestellten Sofortmaßnahmen 7 600 ha Ackerland schnell entwässert und nach den extremen Niederschlägen in den Monaten April und Mai termingerecht bewirtschaftet werden.
Meliorationsgenossenschaften und Brigaden der Landwirtschaftsbetriebe, die zur Regulierung des Wasserhaushalts kurzfristig gebildet wurden, koordinierten ihre Arbeit auf der Grundlage der Protokollfestlegungen der Schaukommissionen beim sofortigen Beseitigen von Mängeln in den Wasserläufen.
Von den örtlichen Schaukommissionen wurden festgestellte verstopfte Straßen- und Wegdurchlässe, die zur Überstauung von landwirtschaftlichen Nutzflächen führten, in Form von Auflagen zur schnellen Beseitigung an die Instandhaltungspflichtigen herangetragen. Die Bezirks- und Kreisstraßendirektionen haben die Mängel innerhalb von 48 Stunden beseitigt.
Größer und auch konsequenter als bisher waren in der diesjährigen Frühjahrsgewässerschau die Aktivitäten der örtlichen Räte — speziell der Bürgermeister — für die Wahrnehmung der Verantwortung an den kommunalen Flußläufen und Gräben. Durch sofortige Aussprachen mit den Anliegern konnten Unzulänglichkeiten in der Einhaltung gesetzlicher Bestimmungen kurzfristig beseitigt werden. Dies erfolgte unter konsequenter Anwendung der Ortssatzungen.

Für das Territorium des Bezirkes Schwerin ist festzustellen, daß die gesellschaftlichen Kontrollen über den Zustand der Gewässer und der wasserwirtschaftlichen Anlagen während der Frühjahrsschau 1983 eine positive Entwicklung genommen hat.
Über 1 700 Helfer haben in den 381 Schaukommissionen mitgewirkt, die Wahrnehmung der Verantwortung für die Einhaltung der Nutzbarkeit aller Gewässer hat sich verstärkt — eine Aufgabe, die den örtlichen Räten mit § 9 des Wassergesetzes vom 2. Juli 1982 gestellt wurde.

Vor den Fachbereichen „Wasserwirtschaft" der Räte der Bezirke und insbesondere vor den zuständigen Ratsmitgliedern steht nun die Aufgabe, die Arbeit dieser Schaukommissionen gemeinsam mit allen örtlichen Räten und den Betrieben und Einrichtungen der Wasserwirtschaft zu stabilisieren und weiter auszubauen.
So stellen wir uns im Bezirk Schwerin die Aufgabe, die Mitarbeiter in den 381 Schaukommissionen von 1 739 auf etwa 2 200 zu erhöhen. Ausgehend von der gegenwärtigen Kommissionsmitwirkung von

- 464 Mitarbeitern aus den örtlichen Staatsorganen,
- 74 Kollegen aus dem Bereich der WWD und des VEB WAB,
- 80 Beschäftigten des Meliorationswesens,
- 839 Genossenschaftsbauern und Werktätigen der Volkseigenen Güter,
- 7 Mitarbeitern der Industriebetriebe,
- 196 Bürgern (Abgeordneten, Deichbeauftragten, Mitarbeitern der Ortshygieneaktivs),
- 79 Vertretern gesellschaftlicher Organisationen,

konzentrieren wir uns auf die verstärkte Mitarbeit von Kollegen aus den Betrieben der Wasserwirtschaft sowie von Vertretern der gesellschaftlichen Organisationen. 75 weitere Bereitschaftserklärungen aus den Betrieben der Wasserwirtschaft für die Mitwirkung in den Schaukommissionen liegen vor. Sie werden als Spezialkräfte bereits in die Vorbereitung der Herbstschau 1983 einbezogen.
Mit den Bezirksvorständen des Deutschen Anglerverbandes sowie des Verbandes der Kleingärtner, Siedler und Kleintierzüchter hat der Rat des Bezirkes eine Vereinbarung abgeschlossen, um verstärkt Mitarbeiter für die Gewässerschauen zu gewinnen.
Schon in den vorbereitenden Schulungen der Vorsitzenden der Schaukommissionen, die in allen Kreisen auf Grund von Ratbeschlüssen bzw. Weisungen der Ratsvorsitzenden der Räte der Kreise mit den Bürgermeistern erfolgten, war es unser Hauptanliegen, mit den Gewässerschauen nicht nur Erfordernisse zu registrieren, sondern erkannte Mängel möglichst schnell nach einer innerhalb des Bezirkes meßbaren Rang- und Reihenfolge zu beseitigen.
So wurden mit der Frühjahrsschau 1983 durch die Staatliche Gewässeraufsicht nach kollektiver Beratung in den Kommissionen 45 Auflagen mit zeitlichen Realisierungsfestlegungen unter Kontrolle der Bezirksschaukommission erteilt.
Weitere 620 Auflagen — vorwiegend sofort- und mittelfristige Aufgaben an landwirtschaftlichen Vorflutern und kommunalen Gewässern — wurden den elf Kreisschaukommissionen kontrollmäßig zugeordnet.
Wenn von den im Bezirk Schwerin zu besichtigenden Wasserläufen (insgesamt 5 600 km) auch nur 440 km auf den kommunalen Bereich entfallen, deren Unterhaltungs- und Instandhaltungspflicht den örtlichen Räten obliegen, bilden diese Wasserläufe mit dem teilweise unbefriedigenden Zustand einen besonderen Schwerpunkt. Die Frühjahrsschau gab uns einen konkreten Überblick, auf Grund dessen die Werterhaltungsmittel für das Jahr 1984 bezirklich aufgeschlüsselt werden.

Wir müssen einschätzen, daß uns eine vergleichbare Wertung des Zustandes aller Fließgewässer als Planungsgrundlage der Instandsetzungsarbeiten mit der Protokollabfassung durch die örtlichen Gewässerschauen noch nicht voll gelungen ist.

Es wird Aufgabe der WWD sein, hier alle Spezialkräfte (auch jene aus dem Bereich des VEB WAB) noch einheitlicher auf die Protokollerarbeitung im Winterschulungsprogramm einzuweisen.
Die weitere Schulung der Bürgermeister als Vorsitzende der örtlichen Schaukommissionen ist eine genauso wichtige Aufgabe. Sie soll im Bezirk auf Kreisebene durch die Ratsmitglieder der Kreise im Zusammenwirken mit der Staatlichen Gewässeraufsicht jährlich im Januar/Februar erfolgen.
Neben der Analysierung der Aufgaben und der Ergebnisse geht es uns im Erfahrungsaustausch immer wieder um bessere Organisationsformen.

In diesem Zusammenhang vertreten wir den Standpunkt, daß die untere Leitungsebene aller Schauen die politische Gemeinde ist. Dort liegt die Verantwortung und auch die erste Entscheidungsbefugnis in der staatlichen Leitung. Mehrere Bürgermeister vertraten zunächst den Standpunkt, die örtlichen Gewässerschauen grundsätzlich auf das Territorium der LPG bzw. der Kooperativen Abteilungen Pflanzenproduktion oder sogar auf die Gemeindeverbände zu verlagern.

Wir begrüßen zwar eine Auswertung der Schauergebnisse in größeren landwirtschaftlichen Arbeitsbereichen, gehen jedoch vom Grundsatz nicht ab, daß jede Gemeinde ihre Schaukommission hat und diese entsprechende staatliche Autorität besitzt.
Diese Leitungslinie schließt Gemeinschaftsarbeiten an Flußläufen über das eigene Territorium hinaus nicht aus.

Als Mitglied des Rates des Bezirkes und Vorsitzender der Bezirksschaukommission möchte ich abschließend herausstellen:

- Mit der Bildung von Gewässerschaukommissionen bei allen örtlichen Räten im Bezirk Schwerin ist der erste Schritt dieser politisch und volkswirtschaftlich bedeutsamen Aufgabenstellung getan.
- Die vorhandene Differenziertheit in den Arbeitsergebnissen der Kommissionen erfordert den Erfahrungsaustausch auf allen Leitungsebenen, der über ein umfassendes Schulungsprogramm verwirklicht werden sollte.
- Die erfreulich große Bereitschaft zur Mitarbeit in den Kommissionen bestätigt die Verbundenheit vieler Bürger zur Aufgabenstellung der Wasserbewirtschaftung und verpflichtet die staatlichen Organe, alle Vorschläge, Anregungen und Kritiken mit großer Gründlichkeit zu bearbeiten.
- Die erteilten Auflagen müssen mit Konsequenz und Umsicht abgearbeitet werden. Die Kontrolle darf nicht fehlen.
- Gute Arbeit der Schaukommissionen muß anerkennend herausgestellt werden. Wir haben anläßlich des Ehrentages der Werktätigen der Wasserwirtschaft die ersten Auszeichnungen von Mitgliedern der Schaukommissionen vorgenommen.

Jeder staatliche Leiter muß die Erfahrungen und Einsatzbereitschaft der Mitglieder in den Schaukommissionen nutzen und ihre Arbeitsbedingungen durch eine immer effektivere Organisation verbessern; dann bleiben die erwünschten Ergebnisse nicht aus.
Für mich sowie für alle Ratsmitglieder der Kreise sind die Ergebnisse der halbjährlichen Gewässerschauen eine wichtige Voraussetzung für Entscheidungsvorschläge im Staubeirat.

# Erfahrungen bei der Durchführung von Deich- und Grabenschauen im Bezirk Magdeburg

Ralf FRANKE
Mitglied des Rates für Umweltschutz und Wasserwirtschaft Magdeburg

Mit dem von der Volkskammer der DDR am 2. Juli 1982 beschlossenen Wassergesetz der DDR wurde den örtlichen Volksvertretungen und ihren Räten u. a. die Aufgabe gestellt, Schaukommissionen zu bilden. Ihre Tätigkeit besteht vor allem in

- den jährlich zweimal durchzuführenden Begehungen des Grabensystems und der wasserwirtschaftlichen Anlagen im jeweiligen Territorium,
- der Einschätzung ihrer vollen Funktionstüchtigkeit,
- der Beauflagung der Rechtsträger zum Beseitigen von Mängeln und
- der Kontrolle der Schadenbeseitigung.

Die Arbeit der örtlichen Schaukommissionen hat sich bereits im Jahre 1982 und zur Frühjahrsschau 1983 als eine breite gesellschaftliche Massenkontrolle unter Leitung der Bürgermeister der Städte und Gemeinden gut bewährt. Erfahrungen aus den früheren Jahren — ergänzt durch neue Erkenntnisse — werden immer besser genutzt, um das umfangreiche Grabensystem durch ordnungsgemäße Be- und Entwässerung für Höchsterträge auf dem Acker- und Grünland wirksam zu machen und damit diese bedeutenden Grundfonds als wichtigen Intensivierungsfaktor optimal zu nutzen.
Die Wasserwirtschaftler, die Werktätigen des Meliorationsbaus und der Meliorationsgenossenschaften unseres Bezirkes sehen darin ihren spezifischen Beitrag zur Unterstützung der sozialistischen Landwirtschaft. Grundlage unserer Leitungstätigkeit ist das vom Rat des Bezirkes am 10. März 1983 beschlossene Meliorationsprogramm. Es wurde in einer breiten sozialistischen Gemeinschaftsarbeit mit Praktikern vorbereitet, ständig kontrolliert und abgerechnet.

Die Frühjahrs- und Herbstschauen sind eine gute Kontrollmethode, um einzuschätzen, wie die verantwortlichen Betriebe und Genossenschaften ihrer Pflicht zur Instandhaltung nachkommen, welche zusätzlichen Maßnahmen für eine zweiseitige Wasserregulierung noch erforderlich und welche Instandsetzungen notwendig sind. Einbezogen werden dabei auch alle Straßengräben und Durchlässe, die die Funktion als Vorfluter zu erfüllen haben. Hierbei ist die Mitwirkung der BDS bzw. der KSM gesichert.

Mit 13 334 km zentralen und landwirtschaftlichen Vorflutern sowie Binnengräben, das sind 1,81 km je 100 km landwirtschaftlicher Nutzfläche, verfügt der Bezirk Magdeburg über ein umfangreiches Grabensystem. Hinzu kommen die Hochwasserschutzdeiche und die übrigen wasserwirtschaftlichen Anlagen, wie Schöpfwerke, Siele u. a., wo jederzeit eine volle Funktionstüchtigkeit zu gewährleisten ist. Jährlich werden aus dem Staatshaushalt und aus den Fonds der Betriebe und Genossenschaften erhebliche Mittel für die Instandhaltung und Instandsetzung bereitgestellt. Damit einen höheren ökonomischen Nutzen durch effektivsten Einsatz der Mittel zu erzielen erfordert, nach Normativen für die Werterhaltung zu arbeiten, sie einzuhalten bzw. zu unterbieten, Wissenschaft und Technik zu nutzen, Rationalisierungsmittel zu entwickeln und sie einzusetzen sowie die Neuerer und Rationalisatoren zu unterstützen.

Erste positive Ergebnisse sind zu verzeichnen. So wurden z. B. beim Ausbau des Großen Grabens Einsparungen von 2,3 Mill. Mark ausgewiesen und im Gebiet des Norddrömlings die Kosten im Jahre 1982 für den Ausbau von 11,1 km zentralen Vorflutern um 300 000 Mark gesenkt. Dadurch werden 3 500 ha optimal entwässert. Eine gleiche Kostensenkung konnte bei der Instandsetzung von Vorflutern im Kreis Havelberg erreicht werden. Für 887 000 Mark wurden Rationalisierungsmittel hergestellt.
Im Jahre 1983 hat sich vor allem die Nutzung des Futters auf Deichen und Böschungen durch Schafe bzw. individuelle Bearbeitung zur Heuproduktion bewährt. Gegenwärtig werden fast 80 Prozent in dieser Form bewirtschaftet. Dadurch werden Kapazitäten der Wasserwirtschaft für andere wichtige Instandhaltungen freigesetzt. Der Schäferwettbewerb nach dem Beispiel des Flußbereiches Genthin trägt dazu bei, daß sich die Hochwasserschutzdeiche in einem guten bis sehr guten Zustand befinden.

Mit der vom Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft mit Wirkung vom 1. Oktober 1982 in Kraft gesetzten „Richtlinie über Stellung, Aufgaben, Zusammensetzung und Arbeitsweise der Schaukommissionen" ist den örtlichen Räten eine verantwortungsvolle Aufgabe übertragen worden. Unsere Erfahrungen aus der Vorbereitung und Auswertung der Herbstschauen 1982 und Frühjahrsschau 1983 lassen sich dabei wie folgt zusammenfassen:

1. Mit der umfassenden Erläuterung und seminaristischen Beratung des Wassergesetzes im Jahre 1982 mit den Mitarbeitern der staatlichen Organe, den Verantwortlichen

der Betriebe und Genossenschaften sowie gesellschaftlichen Organisationen vertieften sich die Kenntnisse über eine unserer wichtigsten Naturressourcen.

2. Die Verantwortung für eine volkswirtschaftlich effektive Nutzung des Wassers, für die Reinhaltung des Oberflächen- und Grundwassers, für die bessere Erhaltung der Grundfonds und für die Senkung des Aufwandes ist gewachsen. Das beweisen auch die Ergebnisse auf dem Gebiet der rationellen Wasserverwendung.

3. Die Schaukommissionen der Räte der Städte und Gemeinden erfüllen ihre Aufgaben entsprechend der Richtlinie, wobei Niveauunterschiede in der Organisation, der Durchführung und Auswertung der Schauen nicht übersehen werden.

4. Diese Form der gesellschaftlichen Massenkontrolle erhöht die Verantwortung der örtlichen Räte für die ordnungsgemäße Wasserregulierung im Territorium, um durch laufende Instandhaltung die Folgeinstandsetzungen bzw. -investitionen zu minimieren und gleichzeitig Eingabenschwerpunkte zu lösen.

5. Schäden am Fluß- und Grabensystem werden rechtzeitig erkannt und durch Auflagen sowie Kontrolle ihrer Realisierung mit relativ geringen Mitteln behoben.

6. Die gründliche Auswertung der Ergebnisse der Schauen in den örtlichen Volksvertretungen und im Rat unter Einbeziehung gesellschaftlicher Organisationen unterstützt die Tätigkeit der Abgeordneten im jeweiligen Wirkungsbereich und erhöht ihre Verantwortung.

Gute Ergebnisse zeigten sich in den Kreisen Oschersleben, Osterburg, Zerbst und Klötze, wo die örtlichen Schaukommissionen langfristig für ihre Aufgabe geschult und eingewiesen und wo unter Leitung der Bürgermeister befähigte und interessierte Bürger in die Arbeit einbezogen wurden. Ihre Erfahrungen wurden mit allen Ratsmitgliedern der Kreise gründlich ausgewertet und verallgemeinert. Auf der Grundlage der zentralen Richtlinie und der kreislichen Schauordnung werden die Bürgermeister etwa vier Wochen vor den Schauen eingewiesen. In Kreisen mit einem geringeren Grabensystem werden die Schauen auf Gemeindeverbandsebene durchgeführt.

Mit der Einweisung werden gute Erfahrungen verallgemeinert und Hinweise zur Auswertung der Schauen erteilt. Wir legen besonderen Wert darauf, daß bei den Schauen zugleich Schadstoffeinleitungen erfaßt und Auflagen zur Beseitigung von Mängeln erteilt werden.

Für Trinkwasserschutzgebiete werden die Protokolle mit zusätzlichen Aussagen über die Einhaltung von Ordnung und Sicherheit in den kreislichen Schutzzonenkommissionen gründlich ausgewertet. Je nach Umfang des Grabensystems im jeweiligen Territorium erfolgen die Besichtigungen an mehreren Tagen anhand des Flußlaufverzeichnisses bzw. des Meliorationskatasters. Das Protokoll wird im örtlichen Rat ausgewertet und mit weiteren Schlußfolgerungen untersetzt.

Gegenwärtig wird das Flußlaufverzeichnis und das Meliorationskataster für die Vorbereitung der Herbstschauen qualifiziert und durch die kommunalen Wasserläufe ergänzt. Das war erforderlich, um den örtlichen Räten die Arbeit mit den Nachweiskarten wesentlich zu erleichtern, und die Kontrolle besser zu ermöglichen. Bis 10. September werden den Räten der Städte und Gemeinden die Vertreter der Wasserwirtschaft benannt, um sie in ihre Aufgaben einzuweisen und damit eine größere Einheitlichkeit der Wertung zu erreichen. Sie sind gleichzeitig dafür verantwortlich, gemeinsam mit den Bürgermeistern das Schauprotokoll vor der Kreisschaukommission zu vertreten. Der Vorsitzende der kreislichen Schaukommission verteidigt mit dem verantwortlichen Mitarbeiter der WWD das Ergebnis des Kreises vor der Bezirksschaukommission und ist verantwortlich für eine gründliche Auswertung im Rat des Kreises. Die Besichtigungen werden entsprechend den territorialen Schwerpunkten von den kreislichen bzw. bezirklichen Schaukommissionen organisiert. Das betrifft vor allem die Hochwasserschutzanlagen und die Wirksamkeit der wasserwirtschaftlichen Anlagen für den störungsfreien Abfluß des Hochwassers.

Gute Erfahrungen haben wir mit der Einbeziehung der Helfer der SGA gesammelt, die zugleich ihre Kenntnisse erweitern und Hinweise über Schwerpunkte ihrer Tätigkeit erhalten. Sie leisten eine vorbildliche Arbeit bei der Kontrolle der Realisierung von Auflagen, die ihnen nach den Schauen schriftlich übergeben werden.

Zusammengefaßt kann eingeschätzt werden, daß

- mit der zentralen Richtlinie und den kreislichen Schauordnungen die Leitungstätigkeit der Städte und Gemeinden weiter qualifiziert wurde,
- mit den Frühjahrsschauen 77,8 Prozent der Flußläufe und Gräben besichtigt wurden, wovon für 97,6 Prozent die Zustandsnote eins und zwei erteilt werden konnte,
- begonnen wurde, Rückstände auf dem Gebiet der Instandhaltung schneller zu überwinden und erste Ansätze für Vorgaben zur Futternutzung und Instandhaltung, besonders für Deiche, Böschungen und kommunale Gräben, weiter auszubauen,
- die örtlichen Schaukommissionen umfassend geschult und befähigt werden, die gesellschaftliche Kontrolle unter Einbeziehung des festgelegten Personenkreises durchzuführen sowie eine umfassende Auswertung der Ergebnisse vorzunehmen.

Unsere Leitungstätigkeit wird, ausgehend von den besten Erfahrungen in Vorbereitung der Herbstschauen, darauf gerichtet sein, die Einweisungen der Schaukommissionen der Städte und Gemeinden rechtzeitig abzuschließen und sie besonders bei der Erarbeitung und Auswertung der Schauprotokolle anzuleiten. In jedem Kreis werden die Herbstschauen mit einer Musterschau unter Beteiligung aller Bürgermeister vorbereitet.

In allen Kreisen ist dabei die enge Zusammenarbeit mit den Stäben der Zivilverteidigung gesichert. Entsprechende gemeinsame Übungen wurden im I. Halbjahr im Kreis Osterburg zur Hochwasserbekämpfung organisiert.



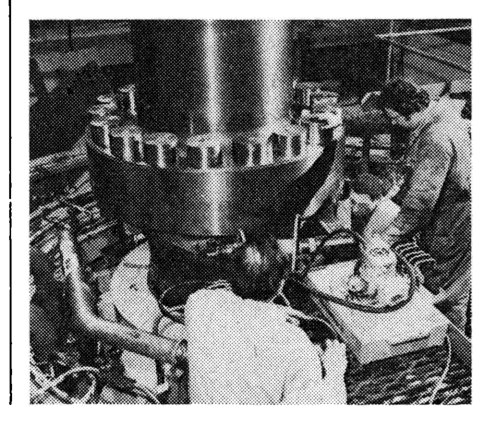
## Informationen

### Pumpspeicherwerk Dinorwic vor der Vollendung

Das ganz in einem Schieferberg in Nordwales eingebaute Pumpspeicherwerk Dinorwic steht nach achtjähriger Bauzeit kurz vor der Fertigstellung. Die Reaktionsfähigkeit des Kraftwerkes Dinorwic ist größer als das irgend eines anderen vergleichbaren Kraftwerkes der Welt, denn es braucht nur 10 Sekunden nach Auftreten des Bedarfs dazu, 1 320 MW seiner Gesamtleistung von 1 880 MW in das Landesnetz einzuspeisen. Nach britischer Darstellung ist es eines der größten technischen Vorhaben, die jemals in Großbritannien realisiert wurden. Seine Ausmaße führten dazu, daß die Ingenieure die Krümmung der Erdoberfläche berücksichtigen mußten, um die Genauigkeit ihrer Berechnungen zu garantieren. Bei diesem Kraftwerk werden die relativen Lagen von zwei Seen, Marchlyn Mawr und Llyn Peris — einer oberhalb und einer unterhalb des Berges — verwendet. Bei Energiebedarf wird Wasser von Marchlyn Mawr durch einen 3,2 km langen Tunnel abgelassen und stürzt durch eine Reihe von Einlaßventilen, wobei es auf seinem Wege nach dem 500 m tiefer gelegenen Llyn Peris in dem Stromerzeugungsraum die sechs Pumpstationen antreibt. Am Ende des Zyklus wird während der bedarfsarmen Nachtzeit anfallende Überschußenergie eingesetzt, um die Turbinen in Pumpen zu verwandeln, die das Wasser wieder in den höher gelegenen See zurückführen.

Seit Beginn der Arbeiten im Jahre 1975 wurden mehr als 3 Millionen Tonnen Schiefer ausgehoben, wobei Tunnel mit Durchmessern bis 10,5 m und mit einer Gesamtlänge von 11,4 km sowie zwei riesige Maschinenhallen entstanden. Die Maschinenhallen sind doppelt so groß wie ein Fußballplatz und so hoch wie ein sechzehnstöckiges

*(Fortsetzung auf Seite 302)*



(Fortsetzung von Seite 301)

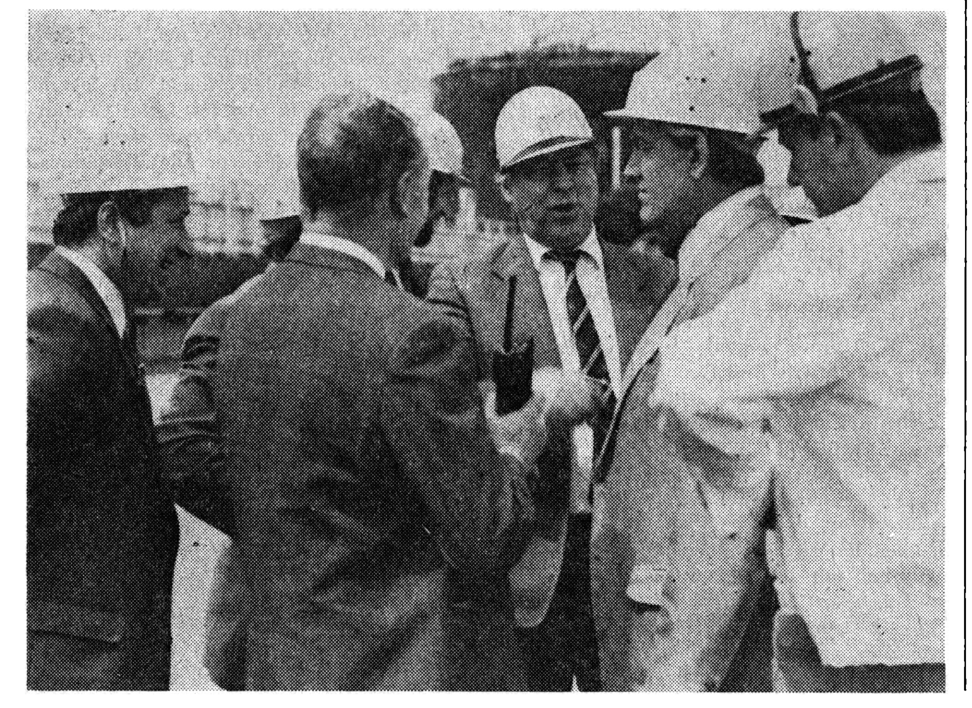
Gebäude. Nach Abschluß der Arbeiten wird von dem ganzen Kraftwerk nur eine Tür in der Seite des Berges sichtbar sein. Die außergewöhnliche Naturschönheit dieser Gegend wird so in keiner Weise beeinträchtigt sein. *M. R.*

# Umweltschutz ist gemeinsames Anliegen von DDR und UdSSR

Eine Vereinbarung über die wissenschaftlich-technische Zusammenarbeit auf dem Gebiet des Umweltschutzes und der Hydrometeorologie unterzeichneten am 2. Juli 1983 der Stellvertreter des Vorsitzenden des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Dr. *Hans Reichelt,* und der Vorsitzende des Staatlichen Komitees der UdSSR für Hydrometeorologie und Umweltkontrolle, Prof. *Juri Izrael.*
Während seines DDR-Aufenthaltes besuchte Prof. *Izrael,* begleitet vom Stellvertreter des Ministerrates und Minister für Umweltschutz und Wasserwirtschaft, Dr. *Reichelt,* den VEB Synthesewerk Schwarzheide (siehe Foto unten). Dieses Werk liefert Beispiele für abproduktfreie Technologien. Alle Abprodukte werden dort verwertet und nicht an die Luft oder das Wasser abgegeben. In Schwarzheide wurde gezeigt, wie das Wasser gereinigt und erneut in der Produktion eingesetzt wird. Damit werden eine Menge Wasserresourcen gespart. Das Synthesewerk Schwarzheide sei auch ein Beispiel für die UdSSR, sagte Prof. *Izrael* während der Betriebsbesichtigung.
In den Beratungen wurden u. a. Probleme der Bewertung des Zustandes der Natur und eines Systems der Beobachtung und Kontrolle dieses Zustandes behandelt. Solche Beobachtungen sind sehr wichtig für die Erhaltung unserer Umwelt. Sie gestatten es, effektive Maßnahmen dort einzusetzen, wo die Natur den größten Belastungen ausgesetzt ist. Vor allem fügt Schwefeldioxid, das sich mit den Luftmassen verbindet und über Ländergrenzen hinweg verbreitet, der Umwelt großen Schaden zu. Beide Länder, DDR und UdSSR, sind Teilnehmer der gesamteuropäischen Konvention zur Begrenzung der Luftverschmutzung.

Prof. Izrael besichtigte außerdem die Zentralen Wetterdienststellen in Potsdam und Dresden sowie ein meteorologisches Observatorium bei Dresden. Besonderes Interesse erweckte die elektronische Verarbeitung und Weitergabe von meteorologischen Informationen für die Landwirtschaft und den Umweltschutz.
Zwischen der UdSSR und der DDR besteht seit 1976 eine sehr gute Zusammenarbeit auf dem Gebiet der Meteorologie auf Grund von Verträgen. Die jetzige Vereinbarung hebt diese Zusammenarbeit auf ein neues Niveau. Sie lenkt eine neue Etappe ein und wird eine weitere Verbesserung der Umweltbedingungen in beiden Ländern mit sich bringen. *WWT*

Foto: Gruchot



## Definition für Industrieroboter festgelegt

Experten der ECE (UNO-Wirtschaftskommission für Europa) haben eine verbindliche Definition für Industrieroboter festgelegt. Auch die UdSSR, ČSSR, DDR sowie Bulgarien haben an einer ECE-Tagung teilgenommen und mit beschlossen, künftig für Studien und Statistiken im Rahmen der ECE die von der Internationalen Organisation für Standardisierung (ISO) vorgeschlagene Definition für Industrieroboter anzuwenden:
„Der Industrieroboter ist ein automatischer, positionskontrollierter, flexibler, programmierbarer Multifunktions-Manipulator mit verschiedenen Achsen, der in der Lage ist, Materialien, Teile, Werkzeuge und Spezialinstrumente durch variabel programmierte Operationen zur Erledigung einer Vielzahl von Aufgaben zu bewegen. Er tritt häufig in Form eines oder mehrerer Arme auf, die in einem Gelenk enden. Seine Kontrolleinheit benutzt einen Speicher. Mitunter werden Sensoren und Zusatzeinrichtungen genutzt, die auf die Umgebung und äußere Einflüsse reagieren. Diese multifunktionalen Maschinen sind im allgemeinen dazu vorgesehen, sich wiederholende Funktionen auszuführen. Sie können an andere Funktionen ohne ständige Veränderung der Ausrüstung angepaßt werden."
Nach dieser Definition werden einfache automatische Manipulatoren, die für die Ausführung neuer Aufgaben mechanisch umgerüstet werden müssen, nicht zu den Industrierobotern gezählt.
Es wurde betont, daß unter Reprogrammierbarkeit der Industrieroboter nicht der Austausch von Hardware, also Werkzeugen und mechanischen Teilen, sondern lediglich der Austausch von Programm (Software) verstanden wird. Die ECE-Experten stellten in diesem Zusammenhang fest, daß mit der Nichteingliederung der automatischen Manipulatoren in die Definition für Industrieroboter nicht die Bedeutung dieser Maschinen herabgesetzt werden soll. Sie können jedoch nicht in der allgemeinen Statistik der Industrieroboter erscheinen, da in vielen Ländern keine entsprechenden Unterlagen über sie vorliegen. In beschreibenden Veröffentlichungen der ECE werden sie jedoch auch künftig gebührenden Raum finden.
Zur Klassifizierung von Industrierobotern empfahl die Expertengruppe, die Klassifizierungsprinzipien der ISO zu übernehmen, d. h., die Roboter nach Energiequelle, Typ der Bewegungskontrolle, Programmierungsmethoden und der Art des Zusammenwirkens der Sensoren einzuteilen. Für Studien und statistische Zwecke wurde die Einteilung in zwei Gruppen empfohlen, und zwar in programmierbare Roboter und in Roboter mit Sensorfunktion.



## Gesetz und Recht

Seit dem 1. Oktober 1982 ist das von der Volkskammer beschlossene neue Wassergesetz in Kraft.
Heute beantworten wir folgende Frage dazu:

**Welche Grundsätze und Regeln gelten für die Mitwirkung anderer Organe, der Adressaten und Beteiligten bei Entscheidungen der Staatlichen Gewässeraufsicht?**

### 1. Die Mitwirkung anderer Organe bei Entscheidungen der SGA

Entscheidungen der Staatlichen Gewässeraufsicht (SGA) sind generell unter Einhaltung aller rechtlichen Anforderungen, sowohl der *inhaltlichen* als auch der *verfahrensrechtlichen,* zu treffen. Zu den *verfahrensrechtlichen* Anforderungen gehört in gesetzlich vorgeschriebenen Fällen auch die Mitwirkung anderer Organe. In diesen Fällen sind die betreffenden Organe in den Entscheidungsprozeß einzubeziehen. Diese Einbeziehung hat die SGA zu veranlassen bzw. zu organisieren. Werden z. B. gesetzlich vorgeschriebene Mitwirkungshandlungen anderer Organe im Entscheidungsprozeß von der SGA nicht beachtet, ist die betreffende Entscheidung fehlerhaft, aber grundsätzlich rechtswirksam (Ausnahmen siehe letzter Absatz Punkt 1). Ist die SGA für eine Entscheidung zuständig, dann kann auch nur die SGA diese Entscheidung treffen und sie dem Adressaten bekanntgeben, auch wenn andere Organe am Entscheidungsprozeß mitgewirkt haben.

Als Mitwirkungshandlungen anderer Organe bei Entscheidungen der SGA gelten die *Zustimmung* und die *Abstimmung.*
Die *Zustimmung* ist eine verfahrensrechtliche Verpflichtung, um eine vorgesehene Entscheidung zwischen SGA und dem in der betreffenden Rechtsvorschrift genannten mitwirkenden Organ zu koordinieren, d. h., die vorgesehene Entscheidung ist dem mitwirkenden Organ zur Zustimmung vorzulegen.
Mit der Zustimmung nimmt das beteiligte Organ seine Verantwortung für seinen Kompetenzbereich wahr. Die Zustimmung kann folglich entsprechend der Kompetenz des mitwirkenden Organs den gesamten Inhalt oder nur einen Teil der Entscheidung der SGA betreffen.
Im wesentlichen die gleiche Bedeutung wie „Zustimmung" haben die in Rechtsvorschriften verwendeten Begriffe „im Einvernehmen", „in Übereinstimmung" oder „nach Genehmigung".

Entscheidungen der SGA gemäß Wassergesetz und Folgeregelungen, die der *Zustimmung* bzw. der *Übereinstimmung* bedürfen sind:

- Beschränkung der Gewässernutzung gemäß § 19 Abs. 1 WG
- Entscheidungen über die Errichtung von wasserwirtschaftlichen Anlagen als Gemeinschaftsanlagen und über die gemeinsame Nutzung von Gewässern und wasserwirtschaftlichen Anlagen gemäß § 18 Abs. 1 der 1. DVO
- Entscheidungen über Gewässernutzungen, wenn diese mit der Errichtung von Bauwerken und baulichen Anlagen an Wasserstraßen gemäß § 6 Abs. 1 WG verbunden sind (§ 23 Abs. 2 der 1. DVO und bei Änderungen und Aufhebungen von Genehmigungen § 27 Abs. 1 der 1. DVO)
- Entscheidungen über die Befreiung von der Zahlung des Abwassergeldes gemäß § 3 der 2. DVO.

Um die Gesetzlichkeit bei zustimmungspflichtigen Entscheidungen einzuhalten, ist die vom mitwirkenden Organ erklärte Zustimmung nachzuweisen. Es ist nicht vorgeschrieben, die Zustimmung auf der gewässeraufsichtlichen Entscheidung zu dokumentieren. Sie kann aus einem Protokoll oder aus dem Schriftverkehr ersichtlich sein.

Die *Abstimmung* ist eine verfahrensrechtliche Verpflichtung zur Zusammenarbeit zwischen der SGA und dem jeweiligen mitwirkenden Organ bei der Vorbereitung einer Entscheidung. Die Einbeziehung des mitwirkenden Organs in den Entscheidungsprozeß hat das Ziel, eine übereinstimmende Auffassung hinsichtlich der vorgesehenen Entscheidung herbeizuführen. Die Abstimmung muß aber nicht zu einer Übereinstimmung führen. Ist die gesetzlich vorgeschriebene Abstimmung erfolgt, keine Übereinstimmung der Auffassungen erreicht worden, so hat das keine Auswirkungen auf die durch die SGA zu treffende Entscheidung. Ist die gesetzlich vorgeschriebene Abstimmung von der SGA nicht durchgeführt worden, ist die betreffende Entscheidung fehlerhaft und verletzt die Gesetzlichkeit. Bei abstimmungspflichtigen Entscheidungen sind die durchgeführte Abstimmung und das Ergebnis zu dokumentieren, und zwar entweder protokollarisch oder durch Schriftverkehr. Die mit einem anderen Organ unbedingt abzustimmende Entscheidung der SGA gemäß Wassergesetz bzw. Folgeregelungen ist die Abstimmung der Pegel des Flußgebietes, nach deren Wasserstand bzw. Abfluß Einschränkungen der Wasserentnahme mittels Auflagen für die Wasserbereitstellung und Wasserversorgung in extremen Lagen nach Wasserbereitstellungs- und Wasserversorgungsstufen festgelegt werden (die Abstimmung bezieht sich hier auf die Entscheidungsgrundlagen).

Entscheidungen, bei denen die vorgeschriebene Zustimmung oder Abstimmung fehlt, verletzen die sozialistische Gesetzlichkeit. Sie sind aber grundsätzlich rechtswirksam und rufen die Rechtsfolgen hervor, auf die sie gerichtet sind. Der Adressat kann eine von der SGA getroffene Entscheidung, bei der die Zustimmung oder Abstimmung versäumt wurde, anfechten. Die SGA kann den Mangel dadurch beseitigen, daß die vorgeschriebene Handlung (Zustimmung oder Abstimmung) nachgeholt wird. Die Gesetzlichkeit der Entscheidung ist in jedem Fall herzustellen.
Eine Ausnahme von der grundsätzlichen Rechtswirksamkeit fehlerhafter Entscheidungen bilden solche über die Errichtung von wasserwirtschaftlichen Anlagen als Gemeinschaftsanlagen und über die gemeinsame Nutzung von Gewässern und wasserwirtschaftlichen Anlagen gemäß § 18 der 1. DVO. Werden solche Entscheidungen nicht in Übereinstimmung mit dem Rat des Kreises oder Bezirkes getroffen, fehlt ihnen von Anfang an ihre Wirksamkeit.

### 2. Die Mitwirkung der Adressaten und Beteiligten bei Entscheidungen der SGA

Adressaten von Entscheidungen haben stets das Recht, im Verfahren gehört zu werden. Das Recht auf Anhörung kann durch den Adressaten mündlich oder schriftlich ausgeübt werden.
Das Verfahren zum Erlaß von Wasserbilanzentscheidungen sieht für die Mitwirkung der Versorgungsträger eine Abstimmung vor. Wasserbilanzentscheidungen für den Anschluß, die Änderung oder Aufhebung von Wasserlieferungs- und Abwassereinleitungsverträgen sind gemäß § 19 Abs. 1 der 1. DVO immer mit dem Versorgungsträger abzustimmen. Für diese Form der Einbeziehung der Adressaten „Versorgungsträger" in den Entscheidungsprozeß gilt sinngemäß das zur Abstimmung von Entscheidungen bei mitwirkenden Organen Gesagte.
Beteiligte sind diejenigen, deren berechtigte Interessen oder Rechte durch eine Entscheidung der SGA berührt werden oder berührt werden können. Sie haben — wie der Adressat der vorgesehenen Entscheidung — das Recht, im Verfahren gehört zu werden. Ausdrücklich geregelt wurden die Mitwirkungsrechte der Beteiligten bei Wasserbilanzentscheidungen, Genehmigungen und Zustimmungen. Gemäß § 19 Abs. 3 der 1. DVO sind vor Erteilung einer Wasserbilanzentscheidung die beteiligten Staatsorgane, Betriebe und Bürger zu hören, soweit es zur Verhütung oder zum Ausgleich nachteiliger Auswirkungen erforderlich ist. Gemäß § 21 Abs. 2 der 1. DVO ist die beantragte Genehmigung oder Zustimmung den beteiligten Staatsorganen, Betrieben und Bürgern bekanntzugeben.

*Paelchen*

# Wege zur weiteren Erhöhung des Mechanisierungs- und Automatisierungsniveaus der technologischen Systeme der kommunalen Wasserversorgung und Abwasserableitung

L. I. GJUNTER; G. L. MEDRISCH
Aus „Wodosnabshenje i sanitarnaja technika", Moskwa. (1983) 3, S. 2–3

Die kommunale Wasserwirtschaft unseres Landes entwickelte sich im letzten Jahrzehnt mit einem hohen Tempo. Allein in der RSFSR stieg das Fördervermögen der Rohrleitungen in den Städten und Dörfern um das 1,5fache und wuchs auf 50 Mill. $m^3/d$. Der gesamte Wasserverbrauch betrug 400 l/d Einwohner, wovon 260 l/d oder 65 Prozent auf die Bevölkerung und die kommunalen Einrichtungen entfielen. Der Ausstoß an städtischen Abwässern wuchs auf das 1,7fache, davon wurden 70 Prozent gereinigt, darunter 57 Prozent durch biologische Verfahren. Der Anschluß an die zentralisierte Wasserversorgung und Abwasserableitung wuchs in den ländlichen Gemeinden beträchtlich.

Die Hauptziele und die Hauptaufgaben bei der Entwicklung der kommunalen Wasserwirtschaft bis zum Jahr 2000 bestehen praktisch in der vollständigen Gewährleistung der zentralisierten Wasserversorgung und Abwasserableitung für die gesamte städtische und ländliche Bevölkerung, wobei dem ökonomischen Umgang mit energetischen, materiellen und Arbeitsressourcen, der umfassenden Verwertung der Abprodukte, dem Schutz der Umwelt und der Vervollkommnung des Betriebes größte Beachtung zu schenken ist.

Eine erfolgreiche Lösung der ökonomischen und sozialen Aufgaben kann nur auf Grund einer starken Steigerung der Arbeitsproduktivität und der Erhöhung der Effektivität der Arbeit erfolgen. Eine unabänderliche Bedingung für das ökonomische Wachstum ist die Verringerung des Anteils körperlicher Arbeit, die breite Einführung der komplexen Mechanisierung und Automatisierung der Produktion.

Gegenwärtig erfolgt der zahlenmäßige Zuwachs der Bedienungskräfte in den Wasserversorgungs- und Kanalisationsanlagen proportional dem Zuwachs der in Betrieb genommenen Kapazitäten. Jedoch muß eine Kapazitätserhöhung derart durchgesetzt werden, daß sich der Zuwachs an Arbeitskräften gegenüber dem Leistungszuwachs der Anlage reduziert. Dies kann man nur durch breite Einführung der komplexen Mechanisierung und Automatisierung und in erster Linie durch technologische Prozesse verwirklichen, die eine maximale Freisetzung von Arbeitskräften, eine Einschränkung der schweren körperlichen Arbeit und das Ausschließen des Kontakts des Bedienungspersonals mit den Schadstoffen ermöglichen sowie eine höhere Effektivität der Reinigungssysteme sowie der Entseuchung der natürlichen und Abwässer und die Schlammbehandlung gewährleisten.

Unter den Bedingungen der erhöhten Anforderungen an die Reinigungsqualität natürlicher Wässer und Abwässer sowie an die Vervollkommnung der Technologie kann ohne ausreichende Mechanisierungsmittel und Automatisierungssysteme keine operative Kontrolle der Reinigungsprozesse ausgeübt und nicht operativ auf Abweichungen vom vorgegebenen Regime reagiert werden.

An den Problemen der Mechanisierung und Automatisierung der Arbeits- und Leitungsprozesse arbeiten viele wissenschaftliche Forschungs- und Projektierungsinstitute und Produktionsleitungen der Wasserversorgungs- und Kanalisationswirtschaft. Es wird ein breites Arbeitsprogramm zur Schaffung neuer technologischer Schemata und konstruktiver Lösungen ins Leben gerufen. So wurden in den letzten Jahren folgende Geräte, Apparaturen und Ausrüstungssysteme entwickelt und für die Serienproduktion freigegeben:

- für die Reinigung der inneren Rohrflächen von Bewuchs
- ein Komplex von Ausrüstungen für die Umhüllung von verlegten Rohrleitungen mit einem Zement-Sand-Gemisch
- automatische Probeentnahmegeräte für Tagesmittelwerte des Abwassers
- bewegliche Havarie- und Montagemaschinen
- eine universelle Anlage für die chemische Behandlung von Brunnen
- Systeme für die automatische Chlordosierung
- Meßgeräte für den Chlorrestgehalt
- ein Trübungsmeßgerät
- Kontrollgeräte für die Wasserförderung und -verteilung.

Einige Arbeiten haben perspektivischen Charakter.

Trotz alledem verläuft die Entwicklung von Mechanisierungs- und Automatisierungssystemen unter den Bedingungen des schnellen Wachstums der Anforderungen auf dem Gebiet der Wasserversorgung und Abwasserableitung, des Umweltschutzes und der Vervollkommnung von Wasserschutzmaßnahmen mit unzureichendem Tempo. Der Mechanisierungsgrad der Arbeiten in der Wasserversorgungs- und Kanalisationswirtschaft beträgt insgesamt 50 bis 60 Prozent. Bei diesem relativ hohen Mechanisierungsgrad ist noch eine ganze Anzahl von Leuten mit schweren Arbeiten beschäftigt. Eine Analyse der technologischen Prozesse und Operationen zeigt, daß die arbeitsintensivsten, einfachsten und vom Arbeitsschutz aus betrachtet gefährlichsten Arbeiten folgende sind: Zurückhalten und Sortieren von Abfällen in Pumpstationen, Reinigen von Kanalisationsschächten und -kammern, Verladen und Lagern von Reagenzien wie Chlor, Koagulanten und Kalk, Sortieren, Einbringen und Auslagern von Filtermaterialien, Bearbeiten von Schlammplätzen, Wiederherstellen der Durchlaßfähigkeit des Wasserleitungsnetzes u. ä.

Eine Untersuchung des Automatisierungsstandes in Wasserversorgungs- und Kanalisationsanlagen auf dem Territorium der RSFSR zeigt, daß der Ausrüstungsgrad der Betriebe — mit Ausnahme einzelner Großanlagen — mit Kontroll- und Steuerungsgeräten äußerst niedrig ist. Der niedrige Automatisierungsgrad des Wirtschaftszweiges erklärt sich durch die unzureichende Anzahl und das unzureichende Sortiment an Kontroll- und Steuerungsgeräten, die von der sowjetischen Industrie in Serienfertigung produziert werden, durch die fehlenden wissenschaftlichen Entwicklungen bezüglich der Aufbauprinzipien automatischer Steuerungssysteme für eine Reihe technologischer Prozesse, durch eine unzureichende Qualifikation und eine schwache materiell-technische Basis des BMSR-Dienstes u. ä.

Eine Zustandsanalyse der Entwicklung technischer Mittel, des Grades ihrer industriellen Anwendung und der Betriebserfahrungen unter Produktionsbedingungen zeigt folgendes: Von den notwendigen Geräten für die Kontrolle der qualitativen und quantitativen Reinigungsparameter natürlicher Wässer und Abwässer produziert die Industrie nur rund 40 Prozent. Mehr als 40 bis 45 Prozent erfordern ein Vervollkommnen bzw. spezielles Auslegen; rund 15 Prozent befinden sich im Stadium der Erprobung unter Betriebsbedingungen. Von den Systemen für die Steuerung und Regelung technologischer Prozesse können nicht mehr als 15 Prozent der Entwicklungen für eine praktische Einführung empfohlen werden. Rund 10 Prozent der bestehenden Systeme erfordern eine Verallgemeinerung und eine Analyse ihres Betriebes auf der Grundlage der effektivsten Lösung von Typenschemata. Für rund 60 Prozent der einzelnen Prozesse machen sich spezielle wissenschaftliche Untersuchungen der Wirkprinzipien automatischer Steuerungssysteme mit dem Ziel späterer Projektierungs- und Entwicklungsarbeiten erforderlich, vor allem für Abwasserbehandlungsanlagen.

Auf den Kläranlagen arbeiten viele ungenügend qualifizierte Leute. Zugleich macht sich ein Mangel an qualifizierten Spezialisten (Mechanikern, Gerätetechnikern, Chemikern u. a.) bemerkbar. Die Entwicklung,

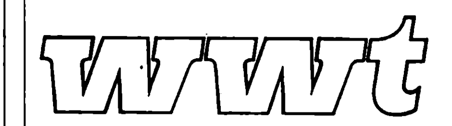
Projektierung und Anpassung an die Produktionsbedingungen von neuen Mechanismen und Automatisierungssystemen geht nicht schnell genug voran.
Die Einführung progressiver technischer Lösungen wird durch die zu geringe Stückzahl für eine Serienproduktion und durch das Fehlen von Produktionsbetrieben zur Herstellung von Maschinen und Apparaten für die Wasserwirtschaft gehemmt.
Ungeachtet der breiten Koordinierung der Arbeiten für die Hauptrichtungen der Reinigung von natürlichen Wässern und Abwässern zwischen den führenden wissenschaftlichen Forschungsinstituten und Projektierungsorganisationen des Landes fehlt es dennoch auf dem Gebiet der Mechanisierung und Automatisierung technologischer Prozesse an gemeinsamen Entwicklungen.
Unter Berücksichtigung der Aktualität und der großen volkswirtschaftlichen Bedeutung der Mechanisierung und Automatisierung technologischer Prozesse in den Betrieben der Wasserwirtschaft, der Notwendigkeit, die Qualität und Effektivität der wissenschaftlichen Forschungs- und Projektierungsarbeiten zu erhöhen und die Einführung ihrer Ergebnisse in die Praxis zu beschleunigen, hat das wissenschaftliche Forschungsinstitut für kommunale Wasserversorgung und Abwasserreinigung „K. D. Pamfilow" gemeinsam mit führenden wissenschaftlichen Forschungs- und Projektierungsorganisationen des Landes ein Verzeichnis von Geräten zur Mechanisierung der Arbeit und zur Automatisierung technologischer Prozesse erarbeitet, die für eine Serienproduktion empfohlen werden. Ferner ist ein Verzeichnis von Geräten zusammengestellt worden, die entwickelt und eingeführt werden sollen.

Das *Verzeichnis für die Mechanisierung* umfaßt im großen und ganzen alle Geräte, von den einfachsten Vorrichtungen bis zu komplizierten Maschinen, Mechanismen und Ausrüstungen. Auf der Basis des Verzeichnisses wurden 42 Anträge auf Einbeziehung in das „Wissenschaftliche Forschungsprogramm für die Schaffung und die Einführung der komplexen Mechanisierung in die Wohnungs- und Kommunalwirtschaft bis zum Jahr 2000" unter Berücksichtigung des Prozeßablaufs von der Wasserfassung bis zur Abwasserschlammbehandlung vorbereitet.
Als technologische Hauptprozesse wurden herausgearbeitet:

- der Betrieb von Oberflächenwasserfassungen und Wasserfassungsbrunnen
- der Transport und die Lagerung der Reagenzien
- die Vorbereitung, Sortierung und Einbringung von Kornmaterialien für die Filteranlagen
- das Verfolgen und Lokalisieren von Wasserverlusten
- die Innenreinigung von Rohrleitungen, Reservoires und Anlagen
- die prophylaktischen Wartungs- und Reparaturarbeiten an den Netzen
- das Zurückhalten, Sortieren, Zerkleinern und Beseitigen von Abfällen und die Behandlung von natürlichen Wässern und Abwässern
- Produktionsarbeiten unter rauhen Winterbedingungen.

In dem wissenschaftlich-technischen Programm sind entsprechende Auftragnehmer und Unterauftragnehmer sowie die Realisierungsfristen vorgesehen.

Das *Verzeichnis für die Automatisierung* wurde auf der Basis einer präzisierten Liste von Parametern, die den Verlauf des Wasserreinigungsprozesses objektiv charakterisieren, einer zweckmäßigen Anordnung der Kontrollpunkte, des erforderlichen Umfangs der Automatisierung der Anlagen, des Entwicklungszustandes der technischen Mittel vorbereitet. Sie schließt Geräte für die Kontrolle und die automatische Regulierung, die in Serien hergestellt, unter Produktionsbedingungen bestätigt und mit dem Ziel der Erhöhung ihrer Betriebszuverlässigkeit vervollkommnet werden, ein. Ferner gehört dazu eine Liste wissenschaftlicher Forschungsarbeiten für die Schaffung von Systemen für die automatische Steuerung und Regulierung der technologischen Hauptprozesse. Das Verzeichnis wird beim Aufstellen von Zielkomplexprogrammen ASUTP für die Wasserversorgung und Abwasserableitung, Teil Automatisierung, verwendet.
Das Fehlen technischer Mittel für die Automatisierung technologischer Prozesse behindert auch in einem gewissen Maße die Entwicklung Automatisierter Systeme für die Leitung (ASU) technologischer Prozesse, die hauptsächlich für die Wasserversorgung ausgearbeitet werden. Die Effektivität ihrer Anwendung wurde praktisch bewiesen.
Die ASUTP sind die modernsten und progressivsten Formen der Automatisierung, die eine höhere Zuverlässigkeit der Wasserversorgung, der Wirtschaftlichkeit der Reinigungs- und Fördersysteme sowie der Verteilung des Wassers gewährleisten. Die Maßstäbe für die Arbeiten zu ihrer Vervollkommnung erweitern sich ständig. Gegenwärtig entwickelt man ASUTP der Wasserversorgung als Informations- oder als beratende Informationssysteme. Sie sehen die Automatisierung der Pumpaggregate, die Kontrolle und Registrierung der technologischen Parameter und des Zustands der Ausrüstung, die Erfassung der Wasserförderung durch die Pumpstationen und des Elektroenergieverbrauchs vor. Sie berechnen den spezifischen Elektroenergieverbrauch, ermitteln Grafiken der prognostischen Wasserförderung für den kommenden Tag und das Arbeitsregime der Pumpstationen. Erste ASUTP für die Wasserverteilung und -förderung wurden in Zelenograd, Charkow, Noworossisk, Tscheljabinsk, Swerdlowsk und Gorki in Betrieb genommen. Die Einführung der ASUTP für die Wasserversorgung ermöglichte es, die Wasserverluste und den Elektroenergieverbrauch zu senken und die Anzahl der Havarien in den Netzen zu verringern. Dabei treten jedoch Schwierigkeiten auf, die hauptsächlich in der unzureichenden Vorbereitung der Wasserleitungen für eine optimale Steuerung, in der fehlenden Auswahl an technischen Mitteln und in der Schwierigkeit der Herstellung einer ausreichenden Anzahl von Nachrichtenverbindungen in den Städten bestehen.
Das Ziel für die weitere Arbeit zur Schaffung von ASUPT besteht darin, ihre Realisierung nicht isoliert, sondern im Rahmen komplexer Zielprogramme für die Automatisierung der Wasserversorgungssysteme durchzuführen.



## Bücher

**Stickstoffentfernung in einstufigen Belebungsanlagen — Steuerung der Denitrifikation —**

Heft 35 der Veröffentlichungen des Instituts für Stadtbauwesen der Techn. Universität Braunschweig,
211 S., 62 Abb., 34 Tab., 250 Lit., 30,– DM.

Aus der Erkenntnis heraus, daß heute schon viele einstufige Belebungsanlagen nitrifizieren, befaßt sich die Arbeit primär mit der simultanen Denitrifikation, weil hiermit ohne Umbauten, nur durch zweckentsprechende Steuerung der Belüftung, die Nitratgehalte im Ablauf in Grenzen gehalten werden können. Der einzig sinnvolle Steuerparameter hierfür ist die Nitratkonzentration im Belebungsbecken. Mit Hilfe eines Ultrafilters gelang es, einen schwebstofffreien Probenstrom für einen kontinuierlichen photometrischen Nitratnachweis zu gewinnen. Es wurde der Prototyp eines Meß- und Regelgerätes entwickelt und auf vier verschiedenen Kläranlagen mit Erfolg getestet. In der Arbeit sind ferner Bemessungshinweise für vorgeschaltete und simultane Denitrifikation enthalten.

**Biologische Abwasserreinigung**

*L. Hartmann*
Springer-Verlag 1983

Die Veröffentlichung hat eine Vorlesungsreihe des Autors an der Universität Karlsruhe (BRD) zur Grundlage. Die klare Grundgliederung dieses Fachbuches, das sich weder als Nachschlagewerk noch als Bemessungsrichtlinie verstanden wissen will, gibt dem Leser die Möglichkeit, theoretisches Wissen zum Problemkreis Abwasserbehandlung und dessen Einordnung in die Gesamtproblematik des Umweltschutzes zu festigen und zu erweitern. Die Wirkung von Organismen, deren „Zusammenarbeit" bei den Abbauprozessen in der biologischen Reinigungsstufe und die Verknüpfung chemisch-biologischer und chemisch-physikalischer Reaktionsabläufe werden hinreichend beschrieben.
Technische Systeme zur Abwasserreinigung werden in Ansätzen charakterisiert und in einzelnen Verfahrenselementen, wie beispielsweise Belebtschlammbecken und Nachklärung, bis zu anwendungsbereiten Bemessungstheorien geführt.

# Neue Kontrollmeßgeräte als Grundlage für das Informationssystem des ASUTP der Wasserversorgung und Wasserreinigung

D. N. SMIRNOW

Aus „Wodosnabshenije i sanitarnaja technika", Moskwa (1983) 3, S. 6–7

Die Effektivität eines ASUTP beliebiger Objekte wird vielfach durch die Vollkommenheit seiner meßtechnischen Basis bestimmt. Dieser Aspekt hat eine besondere Bedeutung bei der Projektierung und Errichtung von ASUTP der Wasserversorgung, Wasserableitung und der Reinigung natürlicher Wässer und Abwässer. Gegenwärtig gibt es fast alle Kontroll- und Steuerungsmittel für die Errichtung von ASUTP für die Wasserförderung und -verteilung und für die Abwasserförderung zu den Kläranlagen. Die Basis dieser Mittel stellen primäre Umformer für den Druck, den Wasserdurchsatz, den Füllstand, die Parameter des elektrischen Stroms sowie der mechanischen Verschiebung dar. Bedeutend komplizierter ist die Entwicklung von ASUTP bei Reinigungsanlagen für Rohwasser und Abwässer. Die Steuerung der physiko-chemischen Prozesse, die der Wasserreinigung zugrunde liegen (Koagulation, Filtration, Entkeimung, Flotation, biochemische und chemische Oxydation, Schlammabscheidung, Schlammentwässerung), erfordert spezielle Kontrollmittel, die oft äußerst kompliziert in ihrer Entwicklung und Herstellung sind. Die Menge dieser Mittel wird ständig vervollkommnet.

1982 wurde durch die wissenschaftliche Projektierungsorganisation Analitpribor unter Mitarbeit des Laboratoriums für Automatisierung des VNII WODGEO die Entwicklung einer neuen Generation von Meßgeräten für die Konzentration des gelösten Sauerstoffs in Abwässern und im Rohwasser abgeschlossen: das Labormuster KL-115 und das stationäre Produktionsmuster K-215. Die genannten Geräte wurden zur Serienproduktion an das Meßgerätewerk in Gomel übergeben.
Die Sauerstoffmeßgeräte der Serien K und KL arbeiten wie auch alle früher hergestellten Geräte (EG-152-003, AKVA-L) und wie auch die ausländischen Geräte auf der Grundlage der amperemetrischen Analysenmethode. Mit ihrer Hilfe mißt man den Diffusionsgrenzstrom, der bei der Reduktion des molekularen Sauerstoffs an der polarisierten Elektrode auftritt. Die Polarisationsspannung schafft man durch eine äußere Stromquelle. Die herausragende Besonderheit aller modernen Sauerstoffmeßgeräte des amperemetrischen Typs besteht in der polymeren Membran, die hinsichtlich der Sauerstoffdurchlässigkeit selektiv wirkt. Die Membran schützt das Elektrodensystem vor anderen Inhaltstoffen des Wassers und ermöglicht es, den Raum zwischen den Elektroden mit einem Elektrolyt mit konstantem pH-Wert zu füllen. Das Sauerstoffmeßgerät K-215 ist für die kontinuierliche Messung der Sauerstoffkonzentration unmittelbar in den Kläranlagen und Gewässern sowie für den Betrieb in Steuerungssystemen für die Luftzufuhr in Belüftungsanlagen und Versuchsanlagen bestimmt. Es besteht aus einem Umformer und einem Geber vom Belastungs- oder Durchflußtyp. Der Geber ist mit einem kleinen Turbinenrad mit Elektroantrieb zur Intensivierung der Wasserbewegung am Membrangeber ausgerüstet. Der Umformer besitzt einen unifizierten Ausgang für den Anschluß von Schreibern des Typs KSP-4 und für Steuergeräte. Auf der Schalttafel des Umformers sind Leuchtziffern für das Ablesen der Meßwerte angeordnet. Die Länge des Verbindungskabels zwischen dem Geber und dem Umformer beträgt 150 m. Der Umformer muß in Räumen mit einer Temperatur über dem Gefrierpunkt aufgestellt werden.
Das Sauerstoffmeßgerät KL-115 besteht aus einem Geber und einem tragbaren Umformer. Das Gerät ist für einmalige Messungen der Konzentration des gelösten Sauerstoffs in Wasserproben bestimmt. Der Geber ist für eine Arbeit in Kolben geeignet und besitzt einen Standardschliff. Das Gerät kann für die Messung des Sauerstoffgehalts und bei der Bestimmung des biologischen Sauerstoffbedarfs nach der Verdünnungsmethode verwendet werden. Die technischen Charakteristika der Sauerstoffmeßgeräte K-215 und KL-115 sind in der Tafel 1 aufgeführt.

Außer den genannten stationären und Laborsauerstoffmeßgeräten der Typen K und KL werden vom Tallinner polytechnischen Institut tragbare Sauerstoffmeßgeräte (Oxydationsmesser) mit einer autonomen Batterieversorgung hergestellt. Das Gerät besitzt eine automatische Temperaturkompensation, das Ablesen der Anzeige erfolgt auf der Spiegelskala eines Galvanometers. Der Geber ist für einen großen Zeitraum einsatzfähig (bis zu drei Jahren ohne Nachladen). Er wurde ohne Verwenden wertvoller Metalle hergestellt. Die technischen Daten des Sauerstoffmeßgeräts des Tallinner polytechnischen Instituts lauten: Abmessungen 180 mm × 330 mm × 85 mm, Masse 3,5 kg, Meßbereich 0—15 mg/l. Auf besondere Bestellung werden auch von der Tartussker Universität Sauerstoffmeßgeräte in kleiner Stückzahl gefertigt, die sich durch hohe Qualität auszeichnen.

1983 begann das Meßgerätewerk in Gomel mit der Herstellung halbautomatischer Meßgeräte für den chemischen Sauerstoffbedarf in zwei Typen: ATL-10 und ChPK-76. Das Gerät ATL-10 wurde von der Dsershinsker Filiale des OKBA nach der Aufgabenstellung und unter Beteiligung des VNII WODGEO entwickelt. In der UdSSR werden solche Geräte erstmals industriell hergestellt. Beide Geräte sind halbautomatische Titrierapparate für die operative und Massenbestimmung des chemischen Sauerstoffbedarfs (CSV) im Abwasser und im Rohwasser. In den Geräten ist die Bichromatmethode zur Bestimmung des CSV vollständig verwirklicht. Im Gerät ATL-10 wird der Endpunkt der Titration nach der potentiometrischen Methode entsprechend einem vorgegebenen Potentialwert ermittelt. Dadurch unterscheidet es sich vorteilhaft vom Gerät ChPK-76 und von den bekannten ausländischen Mustern. Der Meßbereich für den CSV bewegt sich zwischen 0 und 50 000 mg/l, und eine Analyse dauert 20 bis 60 min in Abhängigkeit von der Siedezeit der Probe.
Das Gerät ATL-10 besteht aus einem Block für die Wärmebehandlung (320 mm × 320 mm × 810 mm, Masse 30 kg) und einem Block für die automatischen Büretten und für die Steuerung

*Tafel 1*
Technische Charakteristika von Sauerstoffmeßgeräten

| Parameter | Sauerstoffmeßgerät der Serie KL | K |
|---|---|---|
| Meßbereich, mg/l | 0–20, 0–50 | 0–20 |
| Sauerstoffsättigung, % | 0–200, 0–500 | — |
| Absoluter Gesamtfehler, mg/l | 0,2 | 0,5 |
| Temperaturkompensation | automatisch | automatisch |
| Spannung, V | 220 | 220 |
| Leistungsaufnahme, VA | 50 | 50 |
| Abmessungen, mm | | |
| — Umformer | 320 × 320 × 150 | 215 × 380 × 180 |
| — Meßgerät | 220 × 310 × 100 | 250 × 160 × 215 |
| Masse, kg | 5,5 + 3,5 | 7,0 + 9,5 |
| Preis, Rubel | 900 | 1100 |

(242 mm × 505 mm × 560 mm, Masse 22 kg). Die Analysenergebnisse erscheinen auf einer Ziffernanzeige. Die mit dem Gerät ATL-10 ermittelten CSV-Werte stimmen gut mit den Werten der analytischen Methode überein. Dies wurde durch vielzählige Versuche überprüft, die mit der Apparatur TPL-3 durchgeführt wurden, die als Versuchsmuster für das Gerät ATL-10 zu betrachten ist. /1/ Beide CSV-Meßgeräte besitzen unifizierte Ausgangssignale, wodurch ein Anschluß von registrierenden und regelnden Geräten und ihre Verwendung innerhalb des Meß- und Informationssystems des ASUTP für Kläranlagen vereinfacht wird.

Seinem Wesen nach ist der Parameter des gesamten organischen Kohlenstoffs dem Parameter des CSV ähnlich. Die Kontrolle der biologischen Wasserreinigung nach diesem Parameter ist wegen ihres operativen Charakters (die Dauer einer Messung beträgt einige Minuten) und der objektiveren Widerspiegelung des Organikgehalts zweckmäßig. Verschiedene Firmen der USA und Japans stellen eine große Anzahl von Apparaten zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs her. Die erste sowjetische Apparatur dieses Typs mit der Bezeichnung U-101 wurde durch die wissenschaftliche Projektierungsorganisation Analitpribor entwickelt und in einer geringen Stückzahl gefertigt. Gegenwärtig wird eine vervollkommnete Version dieses Analysators für den gesamten Kohlenstoff mit der Bezeichnung U-111 für die Herstellung vorbereitet.

Es werden Versuche zur Schaffung einer Apparatur für die operative Bestimmung des BSB der Abwässer nach der Geschwindigkeit des Sauerstoffverbrauchs unternommen. Nach Versuchsergebnissen des Laboratoriums für Automatisierung im VNII WODGEO wird eine Apparatur entwickelt, die eine originelle Modifikation einer Respirationsapparatur darstellt. Grundlage dafür ist die Manometermethode zur Bestimmung des Sauerstoffbedarfs. /2/

In der Praxis der Rohwasser- und der Abwasserreinigung werden oft konduktometrische Konzentrationsmeßgeräte angewendet, Geräte für die Messung des Elektrolytgehalts im Wasser (Gesamtmasse, die durch die Mineralsalze gebildet wird) nach der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit des Wassers $\chi$. Mit Hilfe der Konduktionsmeßgeräte schätzt man die Konzentration von Arbeitslösungen der Koagulanten, von Regenerierungslösungen für Ionenaustauschharze, den Mineralisierungsgrad im Rohwasser und im Wasser von Kreislaufsystemen, die Gesamtkonzentration einiger charakteristischer Stoffe im Abwasser, z. B. den Schwefelsäure- und den Eisengehalt in Ätzabwässern ein. /1, 2, 3/ In einigen Fällen verwendet man konduktometrische Konzentrationsmeßgeräte als Primärgeräte in Steuerungssystemen für die Wasserreinigungsprozesse bei Säuren, Basen und Schwermetallen. Die breiteste Verwendung finden allgemeine industrielle Konduktionsmeßgeräte der Serie KK, die vom Gorijsker Versuchsbetrieb für analytische Geräte hergestellt werden. Ihre Meßbereiche sind aus der Tafel 2 ersichtlich.

*Tafel 2*
Meßbereiche von Konduktionsmeßgeräten

| Typ des Konduktionsmeßgerätes | Meßbereich S/cm 1–$10^{-1}$ | $10^{-1}$ $10^{-2}$ | $10^{-2}$ $10^{-3}$ | $10^{-3}$ $10^{-4}$ | $10^{-4}$ $10^{-5}$ | $10^{-5}$ $10^{-6}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| KK-8,9 (induktiv) | × | × | | | | |
| KK-2,3 | | × | × | × | | |
| KK-1 (differential) | | | | × | × | × |
| AKK-201 | | × | × | × | × | × |

Das Konduktionsmeßgerät besteht aus einem Geber und einem Umformer (elektrische Brücke des Typs KSM-3). Der Geber ist so ausgeführt, daß er nach der Durchfluß- und nach der Tauchvariante arbeiten kann. Das Gerät KK-1 besitzt zwei Geber, die so geschaltet sind, daß sich ihre Signale subtrahieren. Der Umformer besitzt eine Temperaturkompensation und einen unifizierten Ausgang für den Anschluß von Reglern.

Die wissenschaftliche Projektierungsorganisation Analitpribor entwickelte gemeinsam mit dem Laboratorium für Automatisierung des VNII WODGEO das neue Mehrbereichskonduktionsmeßgerät AKK-201. Das Gerät ist speziell bestimmt für den Betrieb im Kontroll- und Steuerungssystem von Ionenaustauschanlagen für die Reinigung industrieller Abwässer aus Galvanisierungswerkhallen. Ab 1983 wird das Konduktionsmeßgerät AKK-201 anstelle der Geräteserie KK produziert, außer dem Gerät KK-8,9, das für 1983 im Produktionsprogramm des Betriebes verbleibt.

Es muß festgestellt werden, daß die genannten Konduktionsmeßgeräte nicht den Anforderungen aller Wasserreinigungsprozesse genügen. Zum Beispiel ist auf Grund des Meßbereichs und der Empfindlichkeit nicht eines der allgemeinen industriell gefertigten Konduktionsmeßgeräte für die Messung des Zuwachses der spezifischen elektrischen Leitfähigkeit natürlichen Süßwassers auf Grund eines eingeleiteten Koagulanten sowie für die Konzentrationsmessung von Arbeitslösungen der Koagulanten geeignet. Für diese Messungen werden Konduktionsmeßgeräte mit engen Meßbereichen und mit einer höheren Genauigkeit benötigt. Gegenwärtig werden Konduktionsmeßgeräte für diese Ziele durch die Rekonstruktion der Umformer der Geräte KK-8,9 und KK-1 hergestellt. Solch eine Rekonstruktion kann aber nur durch speziell ausgebildete Fachleute erfolgen. Dadurch wird ihre Anwendung auf Kläranlagen erschwert. Das Fehlen von Konduktionsmeßgeräten mit engem Meßbereich und mit hoher Empfindlichkeit behindert die Entwicklung der Automatisierung von Koagulationsprozessen sowie der Vorbereitung von Reagenzienlösungen auf den Kläranlagen.

Der Schwebstoffgehalt in natürlichen Wässern und Abwässern ist einer der wichtigsten Parameter für ihre Güte. Dieser Parameter unterliegt auf allen Kläranlagen der operativen Kontrolle. Die Trübung des Wassers und der Schwebstoffgehalt werden nach GOST 2874-73 „Trinkwasser" und den „Regeln für den Schutz des Oberflächenwassers von Verunreinigung durch Abwässer" (1974) normiert. Instrumentell erfolgt die Ermittlung des Schwebstoffgehalts durch Geräte, die auf Basis der Messung der Adsorption (Turbidimetrie) oder der Streuung (Nephelometrie) der dispersen Lichtphase im Wasser arbeiten.

Seit 1983 produziert die wissenschaftliche Projektierungsorganisation Analitpribor das Turbidimeter TV-205, das für die Konzentrationsmessung der Schwebstoffe im Abwasser vorgesehen ist. Es hat die Meßbereiche 0 bis 30 und 0 bis 500 mg/l Schwebstoffe, was einer optischen Dichte von 0,07 bis 0,7 entspricht. Der Meßfehler beträgt ±1,5 Prozent. Alle Elemente des Meßgeräts sind in einem Block montiert. Das zu analysierende Wasser wird automatisch oder von Hand in die Meßkammer für die Schwebstoffe mit einem Rührer gegeben. Danach durchläuft das Wasser den Gasabscheider und die Meßküvette des Fotometers. Im Fotometer wird der optische Parameter in ein elektrisches Signal umgewandelt, das für den Strom und die Spannung unifiziert ist. An den Ausgang des elektrischen Blocks ist ein Schreiber des Typs KSP 2-11 angeschlossen. Die Speisung der Lichtquelle erfolgt von einem Spannungsstabilisator aus. Für die Automatisierung aller Operationen ist das Turbidimeter mit dem elektrischen Kommandogerät KEP-12 U ausgerüstet. Das optische Schema ist ein Zweikanalschema. Die Einschätzung der optischen Dichte des zu untersuchenden Wassers erfolgt durch den Spannungsunterschied in den Kamporatoren der optischen Kanäle. Das Turbidimeter TV-205 durchlief die Erprobung in allen Abwasserreinigungsstadien auf der Ljuberezker Kläranlage.

Seit 1982 produziert das Gorijsker Versuchswerk für analytische Geräte die neue Modifikation eines automatischen Analysators für aktives Chlor AChS-203, die den früher produzierten Analysator APK-01 M ablöst. Der Analysator AChS-203 wurde durch die wissenschaftliche Projektierungsorganisation Analitpribor unter Mitarbeit des Laboratoriums für Automatisierung des VNII WODGEO entwickelt. Das neue Gerät ist für die kontinuierliche Messung des Restchlors nicht nur im natürlichen Wasser, sondern auch im gereinigten Abwasser bestimmt. Die Meßbereiche sind: 0–1, 0–2, 0–5, 0–10 mg/l, der Meßfehler beträgt ±4 Prozent. Der Analysator weist einen Durchfluß des kontrollierten Wassers von 5 l/h auf.

Der Analysator AChS-203 arbeitet wie auch die Chloranalysatoren vieler ausländischer Firmen auf der Basis der amperemetrischen Chlorbestimmungsmethode. Es wird der Diffusionsgrenzstrom gemessen, der als Folge der Oxydations-Reduktions-Reaktionen der aktiven Chlorteilchen entsteht, die auf der Oberfläche einer polarisierten Elektrode ablaufen. Die notwendige Polarisierungsspannung wird durch eine innere Standardpotentialquelle zweier metallischer Elektroden erzeugt. Bei der Messung aller Arten freien Chlors ($Cl_2$, HOCl, $OCl^-$) arbeitet der Analysator ohne die Verwendung von Hilfsreagenzien oder nur mit einer Pufferlösung. Bei der Messung des Gesamtchlors (freies und gebundenes) werden Kaliumjodid und

eine Pufferlösung in die elektrochemische Zelle des Gerätes gegeben.
Der Analysator besteht aus zwei Blöcken: dem hydroelektrochemischen, der zusammen mit dem Umformer montiert ist, und dem Potentiometerschreiber des Typs KSP-4. Zum Gerät gehört auch noch ein zusätzliches Anzeigegerät. Der Umformer schafft das unifizierte Ausgangssignal 0 bis 5 mA für den Anschluß von registrierenden oder regelnden Geräten. Der Analysator kann in einem automatischen Chlordosierungssystem betrieben werden, das den streng normierten Restchlorgehalt gewährleistet.

**Schlußfolgerungen**

In letzter Zeit schufen die Gerätehersteller zusammen mit den wissenschaftlichen Forschungsorganisationen einen ganzen Komplex neuer Geräte für die kontinuierliche Messung der wichtigsten qualitativen Parameter in den Reinigungsprozessen für natürliche Wässer und Abwässer. Die neue Apparatur erlaubt eine Erweiterung der Meß- und Informationsbasis der ASUTP für Wasserreinigungsanlagen. Die wichtigste Aufgabe besteht in der Anwendung dieser Apparatur durch den Betriebsdienst der Wasserreinigungsanlagen.

**Literatur**


/1/ *Smirnow, D. N.; Dmitriew, A. S.:* Die Automatisierung der Abwasserreinigungsprozesse in der chemischen Industrie. L., Chimija, 1981

/2/ *Manusowa, N. B.; Smirnow, D. N.; Frolow, S. I.:* Die Automatisierung der Abwasserreinigungsprozesse in der Textilindustrie. M., Leichtindustrie, 1979

/3/ *Smirnow, D. N.; Manusowa, N. B.:* Die automatische Regelung von Prozessen der Abwasserneutralisierung in Ätzwerkstätten metallurgischer Betriebe. M., Metallurgija, 1971


# Zur Kinetik der Oxydation von Eisen bei der Filtration von Grundwasser im Grundwasserleiter


Kand. d. Techn. Wiss. W. W. ALEKSEJEW; Kand. d. Techn. Wiss. G. M. KOMMUNAR
Beitrag aus dem Institut WODGEO Moskau

Übersetzung: Dr.-Ing. Peter Ott
Forschungszentrum Wassertechnik


In vielen Fällen enthält Grundwasser, das für die Wasserversorgung genutzt wird, erhöhte Eisenkonzentrationen (über 0,3 mg/l) und muß deshalb aufbereitet werden. Die Aufbereitung wird in der Regel in speziellen Wasseraufbereitungsanlagen zur Enteisenung des Grundwassers vorgenommen und ist teuer. In diesem Zusammenhang ist die Anwendung des Verfahrens der Wasserbehandlung im Grundwasserleiter sehr zukunftsträchtig. Die Einführung dieses Verfahrens in die Praxis wird jedoch durch fehlende theoretische Grundlagen zur Berechnung und Vorhersage der Eisenoxydation im Grundwasserleiter erheblich behindert. Im vorliegenden Artikel werden diese Fragen dargelegt.

Der Untersuchung der Oxydationskinetik des Eisens mittels Sauerstoffs wurden viele Arbeiten gewidmet. Besonders ausführlich wurde der Mechanismus der homogenen Oxydation des Eisens untersucht. Dieser Prozeß im Süßwasser und im schwachmineralisierten Grundwasser des Hydrokarbonattyps wird nach Gleichung der Form /1, 2/

$$\frac{dC_{Fe^{2+}}}{dt} = -K_O C_{Fe^{2+}}\, C_{O_2} \qquad (1)$$

beschrieben, worin $C_{Fe^{2+}}$ und $C_{O_2}$ die Konzentrationen von $Fe^{2+}$ und $O_2$ zum Zeitpunkt $t$ und $K_O$ die Geschwindigkeitskonstante der homogenen Eisenoxydation durch den im Wasser aufgelösten Sauerstoff, die vom *p*H-Wert, der Temperatur und der anionischen Zusammensetzung des Wassers abhängt, darstellen.
Durch die Untersuchungen wurde festgestellt, daß die im Ergebnis der homogenen Oxydation von $Fe^{2+}$ in der Form /3/ Goethit $\alpha$-FeOOH oder Lipodokrit $\gamma$-FeOOH anfallenden Hydroxidschlämme eine katalytische Wirkung auf den Prozeß haben. Dieser Effekt wird in der Praxis der Wasseraufbereitung umfangreich angewendet, und trotzdem ist die Kinetik der homogenen-heterogenen Oxydation von $Fe^{2+}$ nicht ausreichend untersucht. Deshalb erscheint es zweckmäßig, etwas ausführlicher auf die Ableitung der grundsätzlichen Kinetikgleichung einzugehen.
Selbst der Fakt der Beschleunigung der Reaktion in Anwesenheit eines Katalysators (im vorliegenden Fall ist dieser Eisenhydroxid) wird durch eine vorübergehende Adsorption der Reagenzien an der $Fe(OH)_3$-Oberfläche bedingt. In Anlehnung an /4/ kann man deshalb annehmen, daß die Oxydation von $Fe^{2+}$ auf der $Fe(OH)_3$-Oberfläche nicht durch den gelösten, sondern durch den adsorbierten Sauerstoff erfolgt. Dann kann die Reaktionsgleichung der homogenen-heterogenen $Fe^{2+}$-Oxydation in folgender Form geschrieben werden:

$$\frac{dC_{Fe^{2+}}}{dt} = -\left[K_O + \overline{K}_S(Fe^{3+})\,\frac{\overline{C}_{O_2}}{C_{O_2}}\right] C_{Fe^{2+}}\, C_{O_2}, \qquad (2)$$

wobei

$$(Fe^{3+}) = C^0_{Fe(OH)_3} + (C_{Fe_0^{2+}} - C_{Fe^{2+}}) \qquad (3)$$

ist.
Darin bedeuten — $\overline{K}_S$ die Geschwindigkeitskonstante der heterogenen $Fe^{2+}$-Oxydation durch den adsorbierten Sauerstoff; $C^0_{Fe(OH)_3}$ — die Menge des Eisenhydroxids, die künstlich in das Wasser eingebracht wurde; $C_{Fe_0^{2+}}$ — die Ausgangskonzentration von $Fe^{2+}$ in Wasser; $\overline{C}_{O_2}$ — die Konzentration des adsorbierten Sauerstoffs auf der $Fe(OH)_3$-Oberfläche, für die gilt

$$\overline{C}_{O_2} = \overline{C}^{x}_{O_2} - \overline{C}^{xx}_{O_2}. \qquad (4)$$

In der Gleichung (4) wurde angenommen, daß $\overline{C}^{x}_{O_2}$ die Gesamtmenge des auf der $Fe(OH)_3$-Oberfläche adsorbierten Sauerstoffs aus dem Wasser ist und $\overline{C}^{xx}_{O_2}$ die Menge des Sauerstoffs darstellt, die von der Oberfläche zur Oxydation des $Fe^{2+}$ verbraucht wurde. Zur Ermittlung dieser Mengen werden folgende Gleichungen verwendet:

$$\frac{d\overline{C}^{x}_{O_2}}{dt} = \alpha\,[C_{O_2} - \overline{C}_{O_2}/H] \qquad (5)$$

$$\frac{d\overline{C}^{xx}_{O_2}}{dt} = \beta\overline{K}_S\,(Fe^{3+})\; C_{Fe^{2+}}\; C_{O_2}, \qquad (6)$$

worin bedeuten: $\alpha_O$ — die Geschwindigkeitskonstante der Sauerstoffadsorption auf der $Fe(OH)_3$-Oberfläche; $\beta$ — den Stöchiometriekoeffizienten, der die Reaktion bei der Oxydation $C_{Fe^{2+}}$ durch Sauerstoff gewährleistet ($\beta$ wird zu 0,143 angenommen); H — die *Henry*konstante.

Durch Einführung von Gleichung (5) und Gleichung (6) in (4) erhalten wir

$$\frac{d\overline{C}_{O_2}}{dt} = \alpha_O\,[C_{O_2} - \overline{C}_{O_2}/H] - \beta\overline{K}_S\,(Fe^{3+})\, C_{Fe^{2+}}\, \overline{C}_{O_2}, \qquad (7)$$

und durch Verknüpfung der Gleichungssysteme (2) und (7) erhalten wir die Reaktionsgleichung der Reduzierung der Konzentration $C_{O_2}$ im Wasser

$$\frac{d\overline{C}_{O_2}}{dt} = -\alpha_O \left[C_{O_2} - \overline{C}_{O_2}/H\right] - \beta K_O C_{Fe^{2+}} \, C_{O_2} \, . \qquad (8)$$

Die Versuche zur Ermittlung der Kinetik der Oxydation von $Fe^{2+}$ werden normalerweise unter erheblichem Sauerstoffüberschuß und der Gewährleistung seiner Konzentration im Wasser durchgeführt.

In diesem Fall werden die Bedingungen

$\beta K_O C_{Fe^{2+}} \ll \alpha_O$ ,

$\beta \overline{K}_S(Fe^{3+}) \; C_{Fe^{2+}} \ll \alpha_O/H$

erfüllt, wobei $d\overline{C}_{O_2}/dt = 0$ und

$C_{O_2} = H \; C_{O_{2,0}}$ und die Reduzierung von $C_{Fe^{2+}}$ im Prozeß der homogenen-heterogenen Eisenoxydation ausgedrückt werden durch die Gleichung

$$\frac{dC_{Fe2+}}{dt} = -\left\{K_O + H\overline{K}_S \left[C^0_{Fe(OH)3} + \left(C_{Fe_0^{2+}} - C_{Fe^{2+}}\right)\right]\right\} C_{Fe^{2+}} \, C_{O_{2,0}} \qquad (9)$$

Bei der homogenen-heterogenen Sauerstoffoxydation /3/ kann man schlußfolgern, daß bei $C^0_{Fe(OH)3} = 0$ und einer niedrigen Ausgangskonzentration von $C_{Fe_0^{2+}}$ die Größe $H\overline{K}_3(C_{Fe_0^{2+}} - C_{Fe^{2+}})$ im Verlauf des gesamten Prozesses bedeutend kleiner als die Konstante $K_O$ sein wird und deshalb vernachlässigt werden kann. Damit erscheint Gleichung (9) in der bekannten Form der Reaktionsgleichung (1) für die homogene $Fe^{2+}$-Oxydation. Mit der Erhöhung der $C_{Fe_0^{2+}}$-Konzentration wächst die Größe $H\overline{K}_S(C_{Fe_0^{2+}} - C_{Fe^{2+}})$ mit der Zeit und sie darf nicht mehr vernachlässigt werden.

Unter solchen Bedingungen unterliegt die Änderung von $C_{Fe^{2+}}$ nur im Anfangsstadium der Kinetik der homogenen $Fe^{2+}$-Oxydation, danach geht der Prozeß in einen gemischten Bereich über, in welchem die Geschwindigkeiten entweder nicht verglichen werden können oder die heterogene Oxydation bereits gegenüber der homogenen vorherrscht.

Wenn $C^0_{Fe(OH)_3} = 0$ und diese Größe groß genug ist, so wird bei geringen Konzentrationen von $C_{Fe_0^{2+}}$ die Annahme zulässig, daß $K_O \ll H\overline{K}_S C^0_{Fe(OH)_3}$ und die $Fe^{2+}$-Oxydation vollständig der heterogenen Reaktion unterliegt.

### Die Berechnung des Prozesses der Oxydation des Eisens bei der Filtration von sauerstoffhaltigem Grundwasser

Unter den Bedingungen des Grundwasserleiters wird im Ergebnis des Verlaufs von gekoppelten Oxydationsreaktionen gleichzeitig mit der Reduzierung von $C_{Fe}$ auch eine Verringerung der Konzentration $C_{O_2}$ erfolgen. Dieser Prozeß wird annähernd durch folgendes System von Differentialgleichungen beschrieben /5/:

$$n_0 \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial t} + V \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial x} + K_O C_{Fe^{2+}} \cdot C_{O_2} + \gamma C_{Fe^{2+}} \cdot \overline{C}_{O_2} = 0 \qquad (10)$$

$$n_0 \frac{\partial C_{O_2}}{s^t} + V \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x} + \beta K C_{Fe^{2+}} \cdot C_{O_2} + \alpha \left(C_{O_2} - \overline{C}_{O_2}/H\right) = 0 \qquad (11)$$

$$\frac{\partial \overline{C}_{O_2}}{\partial t} = \alpha \left(C_{O_2} - \overline{C}_{O_2}/H\right) - \gamma \cdot \beta C_{Fe^{2+}} \cdot \overline{C}_{O_2} \, , \qquad (12)$$

worin bedeuten $V$ — die Filtrationsgeschwindigkeit des Grundwassers, $x$ — die Koordinate, $t$ — die Zeit, $n_0$ — die Porosität des Gesteins, $\alpha$ — Geschwindigkeitskonstante der Adsorption von Sauerstoff an der Oberfläche der Filterschicht $[\alpha = \omega_0 \alpha_0(Fe^{3+})]$, $\gamma$ — die Geschwindigkeitskonstante der Oxydation des Eisens durch adsorbierten Sauerstoff $[\gamma = \omega_0 K_S(Fe^{3+})]$, $\omega_0$ — die spezifische Oberfläche der Filterschicht.

Das nichtlineare Gleichungssystem (10) bis (12) kann nur unter der Voraussetzung vereinfachender Annahmen, die den Charakter des Oxydationsprozesses in der wasserführenden Schicht widerspiegeln, gelöst werden. Das Gestein des Grundwasserleiters selbst hat nur eine sehr niedrige Adsorptionsfähigkeit in bezug auf den im Wasser gelösten Sauerstoff, und erst nach der Ablagerung von Eisenhydroxidformen auf der Gesteinsoberfläche erfolgt eine Vergrößerung sowohl des Richtwertes als auch der Geschwindigkeit der Adsorption des Sauerstoffs. In gleichem Maße bezieht sich dies auch auf die Konstante $\gamma$ (Geschwindigkeit der heterogenen Oxydation von Eisen durch adsorbierten Sauerstoff), welcher zu Beginn des Prozesses gleich Null ist und sich danach allmählich vergrößert.

Davon ausgehend kann man den zu untersuchenden Prozeß durch zwei Stadien kennzeichnen. Im Bereich des ersten Stadiums findet ausschließlich die homogene Oxydation des Eisens statt, im Bereich des zweiten erfolgt die Änderung von $C_{Fe^{2+}}$ und $C_{O_2}$ völlig durch die heterogene Reaktion der Oxydation des Eisens an der Oberfläche des Gesteins des Grundwasserleiters.

*Erstes Stadium:* Hier haben wir bei $\alpha = 0$, $\gamma = 0$ anstatt des Ausgangsgleichungssystems (10) bis (12)

$$n_0 \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial t} + V \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial x} + K_O C_{Fe^{2+}} \cdot C_{O_2} = 0 \qquad (13)$$

$$n_0 \frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} + V \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x} + \beta K_O C_{Fe^{2+}} \; C_{O_2} = 0 \, . \qquad (14)$$

Die Lösung der Aufgaben (13) und (14) kann unter der Bedingung, daß

$$x = 0; \; C_{Fe^{2+}}(x) = C_{Fe_0^{2+}}, \; C_{O_2}(x) = C_{O_{2,0}}, \qquad (15)$$

in folgender Form geschrieben werden:

$$C_{Fe}(x_1) = C_{Fe_0^{2+}} \begin{cases} \dfrac{(\psi_0 - 1)e^{-x1(\psi_0 - 1)}}{\psi_0 - e^{-x1(\psi_0 - 1)}} & \text{bei } \psi_0 \neq 1 \quad (16a) \\[2ex] \dfrac{1}{1 + x_1} & \text{bei } \psi_0 = 1 \quad (16b) \end{cases}$$

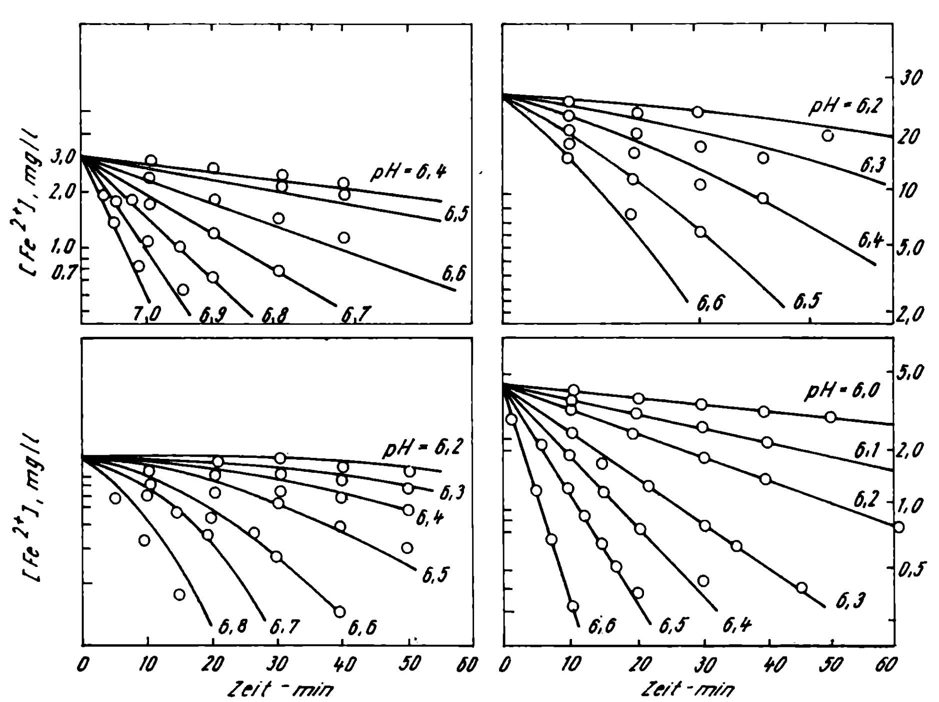
$$C_{O_2}(x_1) = C_{O2,0} \begin{cases} \dfrac{(\psi_0 - 1)}{\psi_0 - e^{-x1(\psi_0 - 1)}} & \text{bei } \psi_0 \neq 1 \quad (17a) \\[2ex] \dfrac{1}{1 + x_1} & \text{bei } \psi_0 = 1 \, , \quad (17b) \end{cases}$$

worin bedeuten

$$x_1 = \frac{\beta C_{Fe_0^{2+}} \cdot K_O \cdot x}{V}$$

$$\psi_0 = \frac{C_{O_{2,0}}}{\beta C_{Fe_0^{2+}}} \quad \text{und}$$

Bild 1 Kinetische Gesetzmäßigkeiten der Oxydation von $C_{Fe}^{2+}$ in Abhängigkeit von $p$H-Wert und Ausgangskonzentration des Eisens



$C_{O_{2,0}}$, $C_{Fe_0^{2+}}$ — die Ausgangskonzentration von Eisen bzw. Sauerstoff.

Aus Gleichungen (16) und (17) folgt, daß in allen Fällen mit wachsendem $x_1$ eine Reduzierung der Konzentration sowohl des Eisens als auch des Sauerstoffs erfolgt. Der Charakter und der Änderungsgrad von $C_{Fe^{2+}}$ und $C_{O_2}$ hängt wesentlich vom Verhältnis ihrer Ausgangskonzentration ab.
Wenn $\psi_0 \ll 1$ wird, erfolgt eine rasche Erschöpfung des Sauerstoffs, während $C_{Fe^{2+}}$ sich nur unbedeutend verändert. Mit der Vergrößerung von $\psi_0$ wächst der Oxydationsgrad des Eisens an, und wenn $\psi_0 \gg 1$ wird, ist die umgekehrte Erscheinung zu verzeichnen. Dabei erfolgt bereits eine rapide Reduzierung von $C_{Fe^{2+}}$ bei praktisch konstanter Konzentration $C_{O_2}$. Gerade diese Bedingungen der Realisierung des Prozesses sind bei der Enteisenung des Grundwassers im Untergrund anzustreben. Dann erfolgt eine schnelle Vereisenung der Oberfläche des Gesteins, wodurch der Übergang von der homogenen zur heterogenen Oxydation des Eisens gesichert wird.

*Zweites Stadium:* Bei Erreichung einer genügend gleichmäßigen Einarbeitung des Gesteins mit einem Hydroxideisenfilm ist die Annahme berechtigt, daß $K_O \ll \gamma \cdot \bar{C}_{O_2}/C_{O_2}$ und $\beta K_O C_{Fe^{2+}}\ C_{O_2} \ll \alpha\,(C_{O_2} - \bar{C}_{O_2}/H)$ wird, womit das Ausgangsgleichungssystem (10) bis (12) in die Form

$$n_0 \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial t} + V \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial x} + \gamma C_{Fe^{2+}} \cdot \bar{C}_{O_2} = 0 \tag{18}$$

$$n_0 \frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} + V \frac{\partial C_{O_2}}{\partial x} + \alpha(C_{O_2} - \bar{C}_{O_2}/H) = 0 \tag{19}$$

$$\frac{\partial \bar{C}_{O_2}}{\partial t} = \alpha(C_{O_2} - \bar{C}_{O_2}/H) - \beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}} \cdot \bar{C}_{O_2} \tag{20}$$

übergeht.
Unter der Bedingung des adsorptions-chemischen Gleichgewichts $\partial \bar{C}_{O_2}/\partial t = 0$ und unter Beachtung der Reaktionsgleichung (20) kann man schreiben:

$$\alpha(C_{O_2} - \bar{C}_{O_2}/H) = \beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}} \cdot \bar{C}_{O_3}\,, \tag{21}$$

woraus folgt, daß

$$\bar{C}_{O_2} = \frac{\alpha \cdot C_{O_2}}{\alpha/H + \beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}}}\,. \tag{22}$$

Hier sind zwei Grenzfälle des Prozeßverlaufs möglich:

a) bei $\beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}} \ll \alpha/H$ als kinetischer Vorgang, wobei das langsame Stadium die chemische Reaktion darstellt, und
b) bei $\beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}} \gg \alpha/H$ als Diffusionsvorgang, wobei das langsame Stadium die Zufuhr des Sauerstoffs zur Reaktionsoberfläche darstellt.

Welcher dieser Vorgänge wirkt, hängt wesentlich von den Bedingungen ab, unter denen die Reaktionen ablaufen, u. a. vom Verhältnis der Ausgangskonzentrationen $C_{Fe_0^{2+}}$ und $C_{O_{2,0}}$. In erster Näherung kann man annehmen, daß bei Sauerstoffüberschuß ($\psi_0 > 1$) der Prozeß als kinetischer

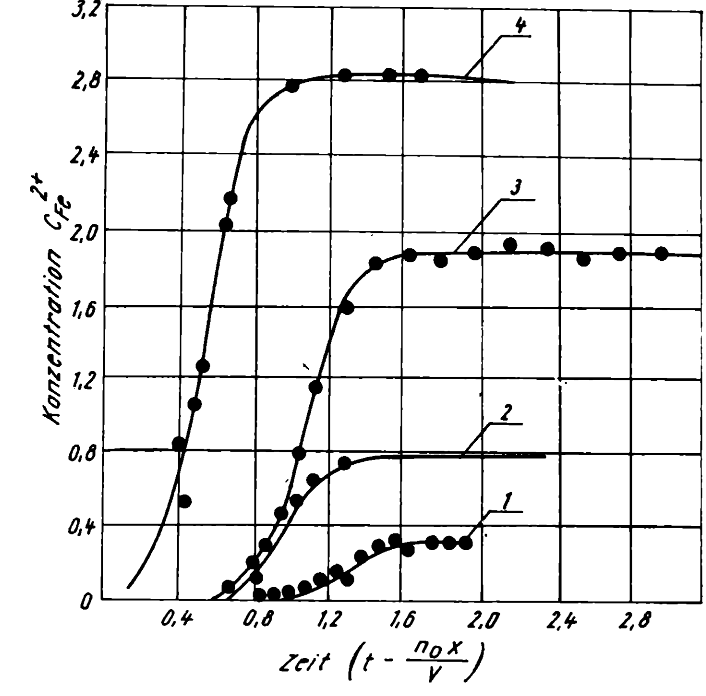



**Bild 2**
**Kurven der zeitlichen $C_{Fe}^{2+}$-Änderung bei der Filtration von eisenhaltigem Wasser über mit $Fe(OH)_3$ eingearbeitete und mit adsorbiertem Sauerstoff „beladene" Versuchsfilter**

1 — $C_{Fe_0^{2+}} = 2{,}44$ mg/l; $C_{O_{2,0}} = 0{,}48$ mg/l; $V = 0{,}7$ m/h, $x = 0{,}45$ m

2 — $C_{Fe_0^{2+}} = 2{,}52$ mg/l; $C_{O_{2,0}} = 1{,}77$ mg/l; $V = 1{,}36$ m/h, $x = 0{,}45$ m

3 — $C_{Fe_0^{2+}} = 2{,}9$ mg/l; $C_{O_{2,0}} = 1{,}66$ mg/l; $V = 1{,}0$ m/h, $x = 0{,}29$ m

4 — $C_{Fe_0^{2+}} = 3{,}2$ mg/l; $C_{O_{2,0}} = 1{,}27$ mg/l; $V = 1{,}34$ m/h, $x = 0{,}29$ m

Vorgang und bei Sauerstoffmangel ($\psi_0 < 1$) als Diffusionsvorgang verläuft.

Bei $\partial \bar{C}_{O_2}/\partial t = 0$ und $\beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}} \ll \alpha/H$ wird die Lösung des Gleichungssystems (18) bis (20) unter Berücksichtigung der Bedingung (15) hinsichtlich $C_{Fe^{2+}}$ und $C_{O_2}$ in der Form der Gleichungen (16a) und (17a) geschrieben, worin $x_1 = \beta C_{Fe^{2+}} \cdot \gamma \cdot H\ x/V$ ist. Folglich wird bei $\psi_0 > 1$ der Übergang vom ersten Prozeßstadium zum zweiten so verlaufen, als wenn eine allmähliche Vergrößerung der Geschwindigkeitskonstante der Reaktion mit der Zeit erfolgt.
Bei $\psi_0 < 1$ ist die Annahme zulässig, daß $\bar{C}_{O_2}/H \ll C_{O_2}$ ist und daß der gesamte auf der Gesteinsoberfläche adsorbierte Sauerstoff vollständig für die Oxydation von $Fe^{2+}$ verbraucht wird. Bei Erfüllung dieser Bedingungen läßt sich das Ausgangsgleichungssystem (18) bis (20) exakt analytisch lösen.

Im folgenden suchen wir die Lösung des Gleichungssystems (18) bis (20) durch folgende Bedingungen:

$$t = 0,\ x > 0,\ C_{Fe^{2+}}(x,t) = 0,\ C_{O_2}(x,t) = \overset{0}{C}_{O_2},\ \bar{C}_{O_2}(x,t) = \overset{0}{\bar{C}}_{O_{2,0}} \tag{23}$$

$$x = 0,\ t \geqq 0;\ C_{Fe^{2+}}(x,t) = C_{Fe_0^{2+}},\quad C_{O_2}(x,t) = C_{O_{2,0}} \tag{24}$$

Das Schreiben dieser Randbedingungen setzt voraus, daß bis zum Abschluß des ersten Stadiums für die „Beladung" des Gesteins mit adsorbiertem Sauerstoff in den Grundwasserleiter belüftetes Wasser gepumpt wurde und erst danach durch das Gebiet der „Beladung" erneut mit der Filtration von sauerstoff- und eisenhaltigem Grundwasser begonnen wird. Hierbei ist $\overset{0}{\bar{C}}_{O_2}$ die auf dem Gestein des Grundwasserleiters adsorbierte Sauerstoffmenge und $\overset{0}{C}_{O_2}$ die Restkonzentration von Sauerstoff im Wasser, die das Porensystem im Gebiet der „Beladung" des Grundwasserleiters sättigt.
Die Lösung dieser Aufgabe hat die Form /5/

$$C_{O_2}(z) = C_{O_{2,0}} e^{-z} \tag{25}$$

$$C_{Fe^{2+}}(z, x, T) = C_{Fe_0^{2+}} \frac{B_O(z)\, e^{T \cdot B_O(z)}}{B_O(z)\, e^{x} + e^{T \cdot B_O(z)} - 1}\,, \tag{26}$$

darin sind $B_O(z) = 1 - \psi_0(1 - e^{-z})$ (27)

und $z = \dfrac{\alpha \cdot x}{V}$, $x = \dfrac{\gamma \cdot \overset{0}{C}_{O_2} \cdot x}{V}$,

$$T = \beta C_{Fe_0^{2+}} \cdot \gamma \cdot \tau\,,\ \tau = t - \frac{n_0 \cdot x}{V}\,. \tag{28}$$

Die Rechtmäßigkeit der Annahme, daß bei $\psi_0 < 1$ die Größe $\bar{C}_{O_2}/H \ll C_{O_2}$ wird, wird durch den Vergleich der versuchsmäßig und rechnerisch ermittelten Kurven für die zeitliche Veränderung von $C_{Fe^{2+}}/C_{Fe_0^{2+}}$ bei der Filtration von Modellflüssigkeiten durch vorher mit $Fe(OH)_3$ eingearbeitete und mit adsorbiertem Sauerstoff „beladene" Sandfilter bestätigt.
Aus der Lösung dieser Aufgabe wird ersichtlich, daß die $C_{O_2}$-Änderung auf dem Weg

durch den Filter nur auf die Eigenschaft des eingearbeiteten Gesteins zur Sauerstoffadsorption zurückzuführen ist, während der Charakter der zeitlichen Änderung von $C_{Fe^{2+}}$ von einer ganzen Reihe von Faktoren abhängt, darunter von der Ausgangsmenge $\bar{C}^0_{O_2}$ auf der Gesteinsoberfläche und von den Geschwindigkeiten der Sauerstoffadsorption und der Oxydation von $Fe^{2+}$ durch den adsorbierten Sauerstoff.

Das interessanteste Ergebnis aus der Analyse der Formel (26) erhält man im Fall $B_0(Z) = 1$. Aus Gleichung (27) folgt, daß $B_0(Z) = 1$ bei $\psi_0 = 0$ wird, wenn im Grundwasser der Sauerstoff völlig fehlt. Jedoch sogar unter diesen Bedingungen erfolgt eine Reduzierung von $C_{Fe^{2+}}$, wenn vor Beginn des Prozesses eine „Beladung" des Gesteins im Grundwasserleiter erfolgte und $x = 0$ ist. Dieser praktisch wichtige Fall wird weiterhin ausführlich betrachtet.

### Die Enteisenung des Grundwassers unter Berücksichtigung der „Beladung" des Gesteins des Grundwasserleiters mit adsorbiertem Sauerstoff

Die einfachste Realisierung dieses Verfahrens der Enteisenung kann durch abwechselnde Zyklen „Speisen" — „Fördern" erfolgen, wenn belüftetes Wasser eingepumpt wird. Wie die Erfahrung zeigt, entsteht in diesem Fall nach einer bestimmten Anzahl von Zyklen „Speisen" — „Fördern" im Grundwasserleiter eine beständige Oxydationszone, in der die Enteisenung des Grundwassers stattfindet.

Angenommen, daß noch ein Bohrbrunnen vorhanden ist, der die wasserführende Schicht völlig durchschneidet, und daß das Einpumpen des belüfteten Wassers mit dem Durchfluß $Q_3$ im Verlauf der Zeit $t_3$ erfolgt. Das Wasser wird mit einem Durchfluß $Q_0$ aus dem Bohrbrunnen entnommen. Dabei beträgt die Zeit des Auspumpens, während der der Eisengehalt im entnommenen Wasser die im voraus festgelegte Norm $C_{zul.}$ nicht überschreitet, $t_0$.

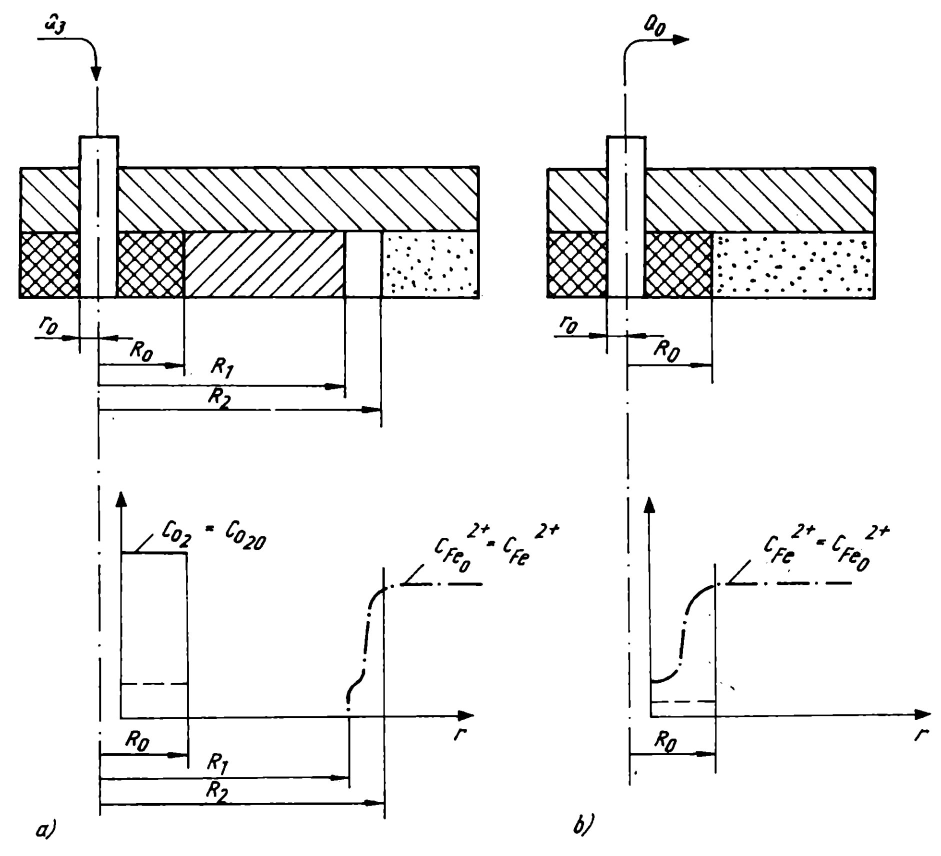



**Bild 4** Schema der Berechnung der Untergrundenteisenung
a) Periode der Speisung des Grundwasserleiters mit belüftetem Wasser
b) Periode des Förderns des enteisenten Wassers

Der volle Arbeitszyklus der Untergrundenteisenungsanlage besteht also aus den Operationen: a) „Beladung" des Gesteins der wasserführenden Schicht mit Sauerstoff und b) Entnahme des enteisenten Wassers. Zur Ermittlung grundsätzlicher Gesetzmäßigkeiten dieses Prozesses ist es deshalb erforderlich, diese beiden Operationen zu untersuchen.

Der Prozeß der „Beladung" des Gesteins des Grundwasserleiters mit Sauerstoff kann durch folgendes Gleichungssystem beschrieben werden:

$$n_0 \frac{\partial C_{O_2}}{\partial t} + \frac{q_3}{r} \frac{\partial C_{O_2}}{\partial r} + \frac{\partial \bar{C}_{O_2}}{\partial t} = 0 \quad (29)$$

$$\frac{\partial \bar{C}_{O_2}}{\partial t} = \alpha (C_{O_2} - \bar{C}_{O_2}/H) , \quad (30)$$

worin $q_3 = Q_3/2\,\pi$ M ist und M die Mächtigkeit des Grundwasserleiters darstellt.

Unter der Annahme, daß die Geschwindigkeit der Sauerstoffadsorption sehr groß ist ($\alpha \to \infty$), hat die Lösung des Gleichungssystems (29) und (30) unter der Bedingung $C_{O_2}(r_0, t) = C_{O_{2,0}}$, mit $r_0$ — Radius des Brunnens, die Form

$$C_{O_2}(r, t) = C_{O_{2,0}} f(t - \lambda) \quad (31)$$

$$\bar{C}_{O_2}(r, t) = H\ C_{O_{2,0}} f(t - \lambda) , \quad (32)$$

worin $f(t - \lambda)$ die sogenannte Einheitsfunktion ist, welche bei $t < \lambda$ gleich 1 und $t > \lambda$ gleich 0 wird, wobei

$$\lambda = \frac{(n_0 + H)\ (r^2 - r_0^2)}{2\, q_3} \quad \text{ist.} \quad (33)$$

Aus den Gleichungen (31) und (32) folgt, daß sich mit dem Moment des Einpumpens in der Nähe der Bohrung ein Bereich bildet, in dem die Konzentrationen $C_{O_2}(r, t)$ und $\bar{C}_{O_2}(r, t)$ entsprechend $C_{O_{2,0}}$ und $HC_{O_{2,0}}$ gleich sind. Die Abmessungen dieses Bereiches erweitern sich mit der Zeit, und bei $t = t_3$ wird der Radius der Adsorptionsfront gleich $R_0$.

$$R_0 = \sqrt{r_0^2 + \frac{2 q_3 t_3}{(n_0 + H)}} \quad (34\,a)$$

Gleichzeitig mit der Adsorptionsfront (Bild 4) bildet sich auch die Front des verdrängten Grundwassers, die sich zum Zeit-

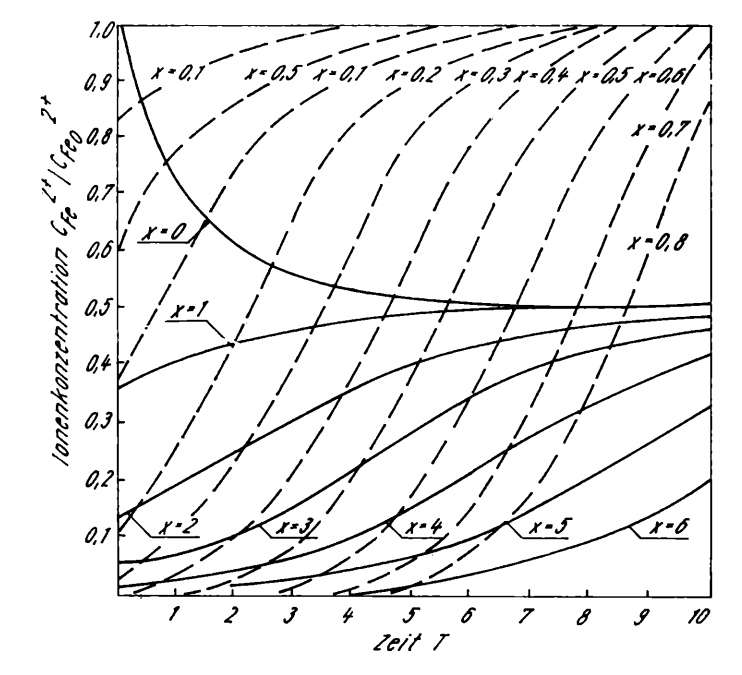



**Bild 3**
Berechnete Kurven für $C_{Fe^{2+}}/C_{Fe^{2+}_0} = f(x, T)$
— $B_0 = 0{,}5$; --- $B_0 = 1$.

punkt $t_1$ auf die Entfernung $R_1$ vom Brunnen ($R_1 > R_0$) erweitert:

$$R_1 = \sqrt{r_0^2 + \frac{2 q_3 t_3}{n_0}}. \tag{34b}$$

Die Gesetzmäßigkeiten der Änderungen von $C_{O_2}$, $\overline{C}_{O_2}$ und $C_{Fe^{2+}}$ während der „Beladung" des Grundwasserleiters kann man aus den Kurven, die im Bild 4 dargestellt sind, erkennen.

Während des Abpumpens wird aus dem Grundwasserleiter die früher eingepumpte Menge des Speisewassers $Q_3 t_3$ und darüber hinaus eine bestimmte Menge enteisentes Grundwasser gewonnen. Dabei läuft der Prozeß der Enteisenung selbst nur im Bereich der „Beladung" des Gesteins mit adsorbiertem Sauerstoff ab (im Bereich von $r_0$ bis $R_0$) und beginnt in dem Augenblick, wenn das eisenhaltige Grundwasser an die Grenze $R_0$ herangezogen wird. Diese Zeit beträgt unter der Bedingung, daß das Abpumpen des Wassers aus dem Brunnen mit einem Durchfluß $Q_0$ erfolgt,

$$t^x = \frac{H\, Q_3\, t_3}{(n_0 + H)\, Q_0}. \tag{35}$$

Der Prozeß der Enteisenung des Grundwassers unter Berücksichtigung der Oxydation von $Fe^{2+}$ durch den adsorbierten Sauerstoff wird durch folgendes Gleichungssystem beschrieben:

$$n_0 \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial t} - \frac{q_0}{r} \frac{\partial C_{Fe^{2+}}}{\partial r} + \gamma C_{Fe^{2+}} \overline{C}_{O_2} = 0 \tag{36}$$

$$\frac{\partial \overline{C}_{O_2}}{\partial t} = -\beta \cdot \gamma C_{Fe^{2+}} \overline{C}_{O_2}, \tag{37}$$

worin $q_0 = Q/2\pi M$ ist.

Unter den Bedingungen
$t = t^x,\ r < R_0,\ C_{Fe^{2+}}(r, t) = 0,$

$$\overline{C}_{O_2}(r, t) = H\, C_{O_2,0} \tag{38}$$

$$t, t^*, r = R_0,\ C_{Fe^{2+}}(r, t) = C_{Fe_0^{2+}} \tag{39}$$

kann die Lösung des Gleichungssystems (36), (37) in der Form /6/ geschrieben werden:

$$\frac{C_{Fe^{2+}}(x, T)}{C_{Fe_0^{2+}}} = \frac{e^T}{e^x + e^T - 1} \tag{40}$$

$$\frac{\overline{C}_{O_2}(x, T)}{H\, C_{O_2,0}} = \frac{e^x}{e^x + e^T - 1}, \tag{41}$$

worin bedeuten

$$x = \frac{\gamma \cdot H\, C_{O_2,0}}{2 q_0} (R_0^2 - r^2),$$

$$T = \beta \cdot \gamma C_{Fe_0^{2+}} \left[ t - t^* - \frac{n_0 (R_0^2 - r^2)}{2 q_0} \right] \tag{42}$$

Für die Bewertung der Effektivität der Untergrundenteisenung ist es erforderlich, Angaben zur Kinetik der „Beladung" des Gesteins des Grundwasserleiters mit adsorbiertem Sauerstoff und zur Kinetik der $Fe^{2+}$-Oxydation zu erhalten. Diese Daten kann man auf der Grundlage von Versuchen zur Enteisenung erhalten, die unter Bedingungen durchgeführt werden, die in möglichst großer Näherung denen entsprechen, die beim Betrieb der Anlagen selbst auftreten.

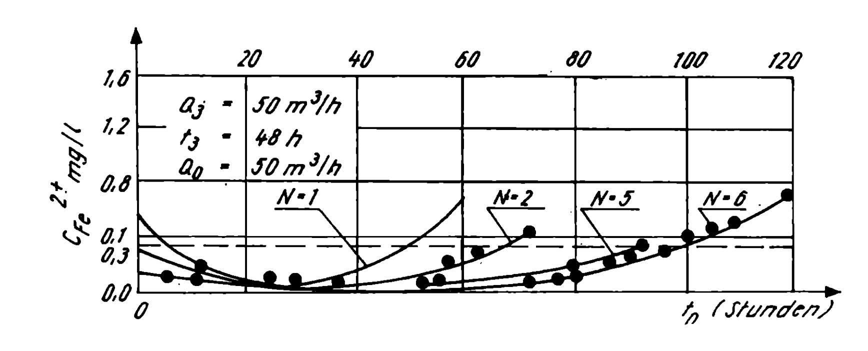



**Bild 5** Kurven der zeitlichen Konzentrationsänderung von $C_{Fe^{2+}}$ in verschiedenen Förderzyklen

Versuche /7/ wurden an Brunnen durchgeführt, die eisenhaltige Grundwässer mit $C_{Fe_0^{2+}} = 10$ mg/l bei $Q_0 = Q_3 = 50$ m³/h und $t_3 = 48$ h fassen.

Die berechneten Werte der Parameter $\gamma$ und H für jeden Zyklus „Speisen" — „Fördern", die unter Anwendung der Gleichung (40) ermittelt wurden, sind in Tafel 1 dargestellt. Für die Ermittlung des Zeitpunktes der Beendigung des Abpumpens in Formel (40) wird es erforderlich, $C_{Fe^{2+}} = C_{zul.}$ festzulegen. Damit erhalten wir

$$t_0 = \frac{Q_3 t_3}{Q_0} + \left[ \ln \frac{C_{zul.}(e^x - 1)}{(C_{Fe_0^{2+}} - C_{zul.})} \right] / \beta \cdot \gamma C_{Fe_0^{2+}}, \tag{43}$$

und mit $x_3 > 2{,}5$ erhält man mit Gleichung (43) bei einem Fehler unter 1%

$$t_0 = A \frac{Q_3 t_3}{Q_0} - B, \tag{44}$$

worin bedeuten

$$A = 1 + \frac{H\, \varphi_0}{(n_0 + H)},$$

$$B = \left[ \ln \frac{(C_{Fe_0^{2+}} - C_{zul.})}{C_{zul.}} \right] / \beta \cdot \gamma C_{Fe_0^{2+}} \tag{45}$$

Bei bekannten Werten der Parameter $A$ und $B$ kann unter Anwendung der Gleichung (44) die technologische Berechnung der Untergrundenteisenungsanlagen, die nach dem Schema „Speisen" — „Fördern" arbeiten, durchgeführt werden.

*Tafel 1* Berechnete Werte der Parameter $\gamma$ und H

| Lfd. Nr. der Zyklen | Werte $\gamma$ | H |
|---|---|---|
| 1 | 0,0452 | 0,096 |
| 2 | 0,0480 | 0,169 |
| 5 | 0,0495 | 0,293 |
| 6 | 0,0499 | 0,337 |

**Literatur**


/1/ *Stumm, W.; Lee, G. F.:* Die Oxydation von Eisenionen. Ind. Eng. Chem. 1961, Band 53, Nr. 2, S. 143—146

/2/ *Schenk, I. E.; Weber, W. J.:* Chemische Wirkung von gelösten Silikaten. J. Am. Water Works Assoc., 1968, Band 60, S. 199—212

/3/ *Tamura, H.; Goto, K.; Nagayma, M.:* Der Effekt von Eisenhydroxid bei der Oxydation von Eisenionen in neutralen Lösungen. Corros. Sci., 1976, Nr. 14, S. 197—207

/4/ *Getzkin, D. S.; Ponomarjow, W. D.:* Der Mechanismus der Oxydation von zweiwertigen Eisenionen durch Sauerstoff in hydrometallurgischem Zink. Journal der angewandten Chemie, 1956, 29. Jahrg., Nr. 7

/5/ *Kommunar, G. M.; Karimow, R. Ch.; Tabatschkowa, S. I.; Janbulatowa, F. Ch.:* Theoretische und experimentelle Untersuchungen zur Enteisenung von Grundwasser durch Filtration. Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut WODGEO „Wasserfassungsanlagen" 1983

/6/ *Aleksejew, W. S.; Kommunar, G. M.; Grebennikow, W. T.:* Untersuchungen der Kinetik der Enteisenung von Grundwasser im Grundwasserleiter. Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut WODGEO „Wasserfassungsanlagen" 1983

/7/ *Boochs, P. W.; Barovic, G.:* Numerisches Modell der Grundwasserbehandlung durch Einbringung von sauerstoffhaltigem Wasser. Water Resources Research, Band 17, Nr. 1, S. 49—56

# Die Automatisierung der Messung von Chloriden in natürlichen Wässern und in Abwässern

S. W. ANTONOW; I. A. OSTROWERCH
Beitrag aus dem Allunions-Forschungsinstitut für Gewässerschutz

Die Qualitätskontrolle der natürlichen Wässer und jener Industrieabwässer, die aus den Reinigungsanlagen in die Gewässer eingeleitet werden, spielt eine große Rolle bei dem allerorts zu verwirklichenden Umweltschutzprogramm. Die Betriebe nehmen eine derartige Kontrolle durch die bestehenden Dienste vor. Dabei werden von den Abwässern Proben entnommen und anschließend im Zentrallaboratorium einer chemischen Analyse unterzogen. Diese analytische Kontrollmethode ist ausreichend effektiv. Wenn man aber die ständig steigende Anzahl von durchzuführenden Analysen einerseits und die Forderung nach einer ständigen Erhöhung der Operativität der zu liefernden Informationen andererseits berücksichtigt, so genügt sie den gegenwärtigen Anforderungen nicht mehr.

Durch das Allunions-Forschungsinstitut für Gewässerschutz der UdSSR (VNIIVO) und die Wissenschafts-Produktions-Vereinigung „Analitpribor" wurde deshalb das automatische Gerät „Chloridomer ACHP-205" entwikkelt, mit dem eine kontinuierliche Messung und Registrierung der Chloridkonzentration in natürlichen Wässern und in Abwässern vorgenommen werden kann. Dieses Gerät ist in allen Bereichen der Volkswirtschaft für die Analyse solcher Wässer einsetzbar, die keine Beimengungen enthalten, die die ionselektiven Elektroden verschmutzen.

Das Blockschaltbild des neuen Geräts ist aus Bild 1 zu ersehen. Das Gerät wird in ein unifiziertes Gehäuse montiert und besteht aus folgenden Elementen: dem Hydraulik-Block, dem Steuerungsblock, dem Meßwandler und dem Registrier-Block. Im gleichen Gehäuse sind auch die Gefäße mit den kalibrierenden Lösungen untergebracht.

Der hydraulische Block dient zur Ermittlung der physikalischen Parameter des zu analysierenden Wassers (Temperatur, Druck, Fließgeschwindigkeit), und zwar müssen diese in solchen Werten vorliegen, die ein Messen der Aktivität der Chlorionen des Wassers mit Hilfe eines Elektrodensystems ermöglichen, das aus folgenden Elementen besteht:

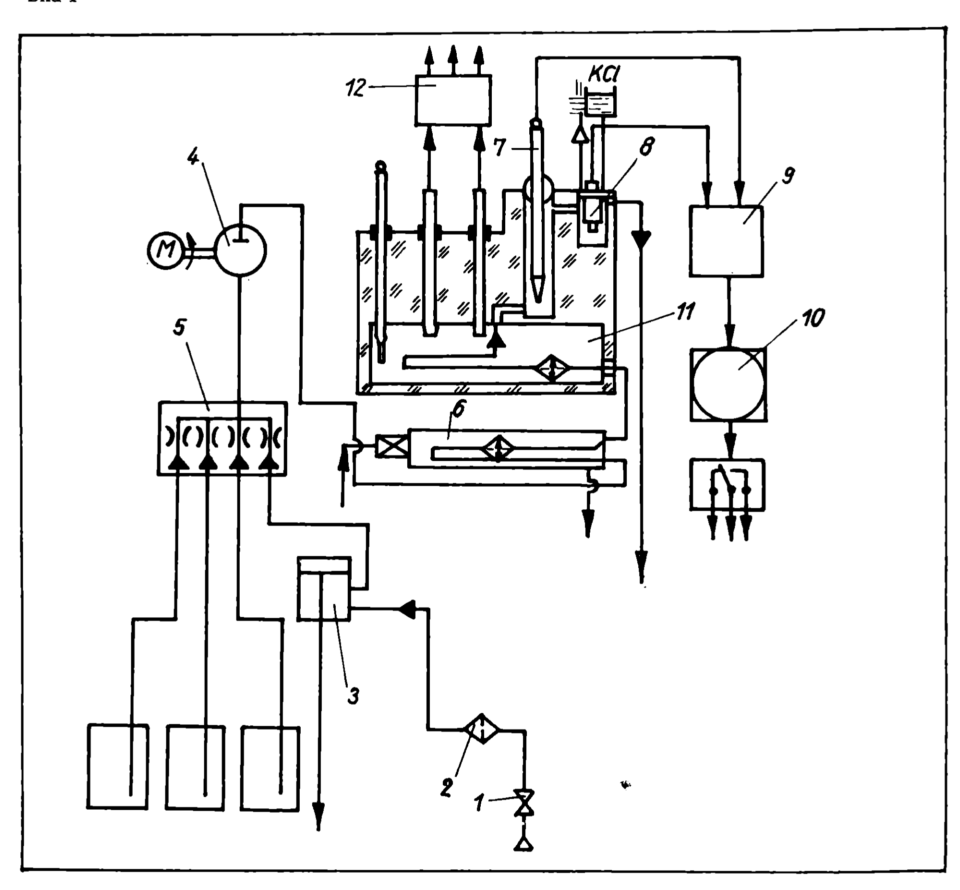
- der ionselektiven Meßelektrode EM-Cl-01
- der Chlorsilber-Vergleichselektrode ECHSV-2.

Der Steuerungsblock sichert die Steuerung des Gerätes, die Signalisation über die Funktionstüchtigkeit seiner einzelnen Baugruppen sowie die automatische Aufrechterhaltung der Temperatur in der Meßzelle. Der Meßwandler formt das Elektrodensystem in ein unifiziertes Gleichstrom-Ausgangssignal um. Der Registrier-Block ist für das Ablesen der Meßergebnisse der Chloridkonzentration auf einem Diagrammband mit Hilfe eines Anzeigers und einer Analog-Niederschrift vorgesehen.

Der Chloridmesser funktioniert folgendermaßen (Bild 1): Das zu analysierende Wasser wird durch ein Ventil (1) und den mechanischen Filter (2) in die Verteilervorrichtung (3) geleitet. Danach wird die Wasserprobe mit Hilfe einer peristaltischen Pumpe (4) über den Fließumschalter (5) und den Wärmeaustauscher (6) in die mit Thermostaten ausgerüstete Meßzelle (11) gepumpt. In dieser Meßzelle befinden sich eine Meßelektrode (7) und eine Hilfselektrode (8). Die abgearbeitete Wasserprobe wird in das Dränsystem abgeleitet, während das elektrische Signal (EDS), das seiner Stärke nach dem Konzentrationsgrad der Chlorionen in der Wasserprobe proportional ist, zum Eingang des hochohmigen Meßumwandlers (9) gelangt. In diesem Umwandler wird die Eingangsspannung des Gleichstroms in Wechselspannung umgewandelt, dann verstärkt und erneut in ein Ausgangs-Gleichstrom-Signal von 0 bis 5 mA umgewandelt, das schließlich dem Registriergerät (10) zugeleitet wird.
Für den normalen Betrieb des Gerätes wird die zu analysierende Wasserprobe durch einen Thermostat (11) angewärmt bzw. durch einen Wärmeaustauscher (6) abgekühlt. Ihre Temperatur muß bei 35 ± 2 °C liegen. Der Arbeitsablauf des Thermostats wird durch den Steuerungsblock (12) überwacht.

Der Chloridmesser ACHP-205 besitzt zusätzliche Ausgangssignale mit einer Gleichstromspannung von 0 bis 10 V und von 0 bis 100 mV, die den Anschluß von weiteren Registriervorrichtungen ermöglichen. In dem Gerät ist eine Signalisierung beim

Bild 1



Übersteigen der maximal zulässigen Chlorid-Konzentrationsnormen des Wassers vorgesehen, außerdem ist eine Vorrichtung zur Abschaltung der Elektroenergiezuführung für den Fall installiert, wenn keine zur Analyse bestimmten Wassermengen mehr in das Gerät einfließen.
Vor seiner Inbetriebnahme wird der Chloridmesser mit Hilfe von KCl-Standardlösungen mit festgelegten Konzentrationsgraden bis zu 1 500 mg/l geeicht. Die Operationen zur Feineinstellung und zum Eichen des Gerätes werden von Hand vorgenommen. Sein weiteres Betreiben erfordert keine ständige Kontrolle mehr durch das Bedienungspersonal.
Durch die Wissenschafts-Produktions-Vereinigung „Analitpribor" wurde eine Dokumentation für die Serienproduktion des neuen Geräts erarbeitet, es wurden Versuchsmuster angefertigt und Laboratoriums-, Werks- und staatliche Erprobungen des Geräts vorgenommen.
Die Werkserprobungen der Modell- und der Versuchsmuster erfolgten anhand von Abwasserproben aus drei chemischen Betrieben. Dabei wurde das Gerät an unterschiedlichen Punkten der technologischen Kontrolle der Abwässer angeschlossen. Die Angaben des Geräts wurden danach mit den Ergebnissen der Laboranalyse der Chloride verglichen.
Die Erprobungen haben ergeben, daß der Chloridmesser ACHP-205 ein Messen der Chloride unter folgenden Voraussetzungen ermöglicht:

- beim Vorhandensein der am meisten störenden Ionen $HCl_3^-$, $SO_4^{2-}$ und $CO_3^{2-}$, und zwar wenn deren Normalkonzentration um das 300fache übertroffen wird,
- beim Vorhandensein von $NO_3^-$-Ionen, sobald deren Normalgehalt das 20fache übersteigt,
- bei einem bereits geringen Gehalt von oxydierenden Beimengungen.

Die höchstzulässige Veränderung der Fehlanzeige des Chloridmessers bei einer Abweichung der umgebenden Lufttemperatur von 20 $\pm$ 5 °C bis zu einer beliebigen Temperatur in den Grenzen zwischen 10 und 35 °C übersteigt für jeweils 10 °C nicht 0,8 des Wertes der festgelegten Grundabweichung. Diese Grundabweichung beträgt nicht mehr als $\pm$4 Prozent des Höchstwertes des Meßbereiches bei der Arbeit mit kalibrierenden Lösungen. Der Meßbereich des Chloridmessers liegt in den Grenzen zwischen 1,5 und 3,5 pCl (20 bis 1 500 mg/l).

Die erste industrielle Serie von ACHP-205-Geräten ist 1982 bereitgestellt worden.
Durch den Einsatz derartiger Geräte wird es möglich, den Prozeß der Kontrolle der Chloride im System der Qualitätssteuerung des Wassers zu automatisieren. Sein ökonomischer Nutzen beläuft sich auf 36 400 Rubel/a.

(Aus „Meliorazija i Wodnoje Chosjaistwo", Ausgabe 9/1982.)

# Fortschritte bei der Reduzierung des Trinkwassereinsatzes in Hallenbädern

Dr. rer. nat. Hans-Jürgen JESSEN
Beitrag aus dem Sportstättenbetrieb Berlin

### Wasserverbrauch in Hallenbädern — eine Übersicht

Wie aus der „Wasserbilanz einer Schwimmhalle" (WWT **31** [1981], S. 424) hervorgeht, ist der Wasserverbrauch einer solchen Dienstleistungseinrichtung von der Besucherauslastung abhängig. Daraus entstehende Kosten sind somit flexibler Art. Der Vergleich des Wasserverbrauchs verschiedener Schwimmhallen nach absoluten Zahlen ist daher nicht zulässig und kann nur durch Angabe des spezifischen Wasserverbrauchs — ausgewiesen in Liter/Person — erfolgen. Weiterhin ist der Wassereinsatz in Schwimmhallen bis auf wenige Ausnahmen immer mit einem erheblichen Wärmeenergieeinsatz verbunden. Er schlüsselt sich auf den Duschwasserverbrauch, die Wassernachspeisung zum Schwimmbecken, das Reinigungswasser einschließlich Filterrückspülung und den Bedarf der Saunaanlage (u. a. Saunatauchbecken) auf. Über die Vorreinigung der Badegäste im Duschenbereich und bei der Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbecken hat der Wasserverbrauch auch einen erheblichen Einfluß auf die Badewasserqualität.

### Planungsgrundlagen

Als Planungsgrundlage für den Wasserverbrauch in Hallenbädern der DDR gilt TGL 26565 „Wirtschaftliche Wassernutzung", die einen Wasserverbrauch von 180 l/Badegast vorsieht. Die Richtlinie zu Planung, Projektierung und Betrieb von Schwimmbädern gibt 150 l/Badegast vor. Diese Verbrauchsmengen stehen in Übereinstimmung mit den Angaben von *W. Starke* et al., die ebenfalls 150 bis 180 l/Person angeben. Im Gegensatz zur Angabe des spezifischen Wasserverbrauchs in Liter/Person wird in anderen Ländern der Wasserverbrauch einer Schwimmhalle von der zur Verfügung stehenden Wasserfläche abhängig gemacht. So wird z. B. in der Schweiz für Hallenbäder mit einer Wasserfläche von 300 bis 450 $m^2$ ein Wasserverbrauch von 35 000 $m^3$ geplant, während *B. Kannewischer* einen Verbrauch von 30 000 $m^3/a$ als Planungsgrundlage empfiehlt.
Für den Duschwasserverbrauch im Schwimmbadbereich werden in Abhängigkeit vom Einbau zeitbegrenzter Duschen und bei der Verwendung von Sparduschköpfen einheitliche Werte von 50 bis 100 l/Person vorgegeben. Auch über die nachzuspeisende Trinkwassermenge zum Schwimmbecken in Höhe von mindestens 30 l/Badegast herrschen international einheitliche Auffassungen.
Der Wasserverbrauch von Saunaanlagen wurde offensichtlich beim Gesamtwasserverbrauch einer Schwimmhalle nicht berücksichtigt. Bisher empfohlene spezifische Wasserverbrauchswerte in Höhe von 150 bis 220 l/Saunabesucher unterschätzen den Wasserverbrauch solcher Einrichtungen.

### Wasserverbrauchswerte

Das recht einheitliche Bild der vorgesehenen Wasserverbrauchsmengen in Schwimmhallen wird durch den bisher publik gewordenen Wasserverbrauch in den einzelnen Funktionsbereichen nicht immer bestätigt. So gab *K. Michael* 1980 einen spezifischen Gesamtwasserverbrauch für die bei der Untersuchung berücksichtigten Hallenbäder der DDR in Höhe von 200 bis 250 l/Person an. Aus einem Betriebsvergleich von 31 Bädern verschiedener Orte der BRD (1976) geht hervor, daß der spezifische Wasserverbrauch mit Ausnahme von Kleinhallenbädern zwischen 236 und 297 l/Badegast lag. Auch aus der ČSSR ist eine Studie bekannt geworden: Bei 18 Bädern läßt sich ein spezifischer Wasserverbrauch von 275 l/Badegast errechnen. In der Schweiz wurde in einer Publikation von *E. Würgler* (1972) ein durchschnittlicher Wasserverbrauch von 193 l/Person (6 Bäder) ermittelt. Die Auswertung sämtlicher z. Z. aus der Literatur verfügbaren Angaben erbrachte unter Berücksichtigung der Wasserverbrauchswerte des Sportstättenbetriebes Berlin seit 1977 aus 84 Daten einen durchschnittlichen Gesamtwasserverbrauch von 210 l/Badegast.
Der Duschwasserverbrauch kann in Abhängigkeit von den Nutzergruppen zwischen 35 l (Schulschwimmen, Gruppenduschen) und 340 l (Sportgemeinschaften) je Person stark schwanken. Die in Planungen vorgesehene obere Grenze von 100 l/Person wird jedoch als Durchschnittswert nur im Saunabereich mit 180 bis 250 l/Person erheblich überschritten. Die Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbecken liegt in der Praxis offensichtlich höher als die geforderten 30 l/Badegast. So gibt *B. Kannewischer* 40 bis 50 l/Person an, während im Sportstättenbetrieb Berlin ein Wert von 43 l/Person (1981) ermittelt wurde. Weitere Verbrauchswerte konnten bisher aus der Literatur nicht entnommen werden.
In Saunaanlagen muß mit einem deutlich höheren Wasserverbrauch gerechnet werden als im Schwimmbadbereich. In Übereinstimmung mit unseren Ergebnissen fand *W. Fritzsche* Verbrauchswerte von 380 bis 410 l/Person. Dieser Gesamtwasserverbrauch wird maßgeblich durch den

Duschwasserverbrauch (180 bis 250 l/Person) und durch den Wasserverbrauch der Tauchbecken (80 bis 180 l/Person) beeinflußt.

**Möglichkeiten zur Reduzierung des Wasserverbrauches in Schwimmhallen**

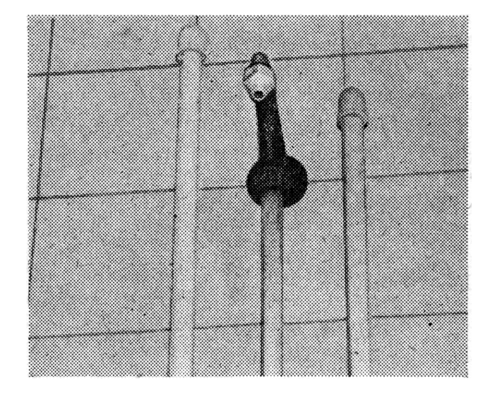
*Sparduschköpfe und Zeitduschen*

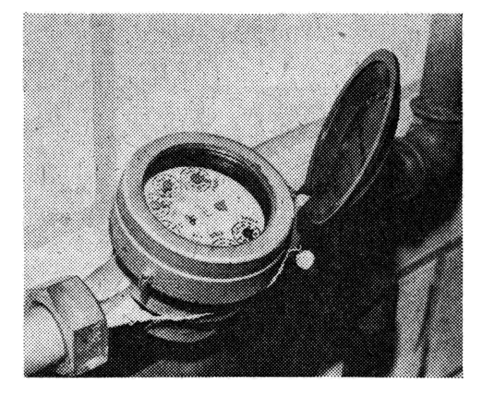
Die ausführlichen Untersuchungen von *H. Feurich* haben in Übereinstimmung mit unseren Versuchen gezeigt, daß sich der Wasserverbrauch durch den Einbau zeitbegrenzter Duschen um 20 bis 30 l/Badegast senken läßt. Dabei wird durch Einhandmischventile mit Temperaturvorwahl weniger Wasser verbraucht als bei der Zweihandeinstellung. Da in der DDR mit der industriemäßigen Herstellung zeitbegrenzter Duschen erst ab 1984 zu rechnen ist, erfolgte 1981/82 durch die Städtischen Bäder Leipzig eine eigene einfache Lösung dieses Problems. Die bisherigen Betriebserfahrungen des Sportstättenbetriebes Berlin mit zeitbegrenzten Duschen sind positiv zu bewerten. Die Störanfälligkeit ist gering, wenn die Knopfdruckvorrichtung stabil genug ausgelegt wird und eine Fixierung, z. B. durch das Überbinden von Handtüchern oder das Zwischenklemmen von Streichhölzern, unmöglich gemacht wird. Dabei ist es vorteilhaft, den oberen Teil der Duschen abzuwinkeln und möglichst kurz zu halten, um einem mutwilligen Abreißen der Duschen entgegenzuwirken. Weiterhin ist es sicherlich aus energiewirtschaftlichen Gründen in Zukunft sinnvoll, die Duschen generell mit einer oberen Wassertemperatur von 40 °C zu versorgen, um so unnötige Wasserverluste durch das Einregeln der gewünschten Temperatur zu vermeiden.

**Schwimmbeckenwassernachspeisung**

Früher wurde die Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbecken vom Beckenvolumen abhängig gemacht, sie betrug täglich 5 bis 10 Prozent des Beckenvolumens. Diese Auffassung ist überholt. TGL 37780/01 fordert eine Mindestmenge von 30 l/Badegast. Entscheidend ist die Notwendigkeit, die tägliche Auslastung und die meist über die Chemikaliendosierungsanlagen nachdosierten Wassermengen genau zu erfassen. Dazu ist es erforderlich, in die Wasseranschlußleitungen einen Wasserzähler einzubauen. Weiterhin ist zu beachten, daß die geforderte Wassermenge während des Badebetriebes in Abhängigkeit von der stündlichen Auslastung und nicht — wenn auch nur teilweise — in den Betriebspausen, z. B. nachts, eingespeist wird. Somit kann die benötigte Wassermenge im Verlauf des Badebetriebes stark schwanken und in den Morgenstunden z. B. nur 0,5 $m^3$/h betragen, während in der Zeit des Schulschwimmens ein Wasserzusatz von 3 bis 4 $m^3$/h notwendig ist. Ob in jedem Fall, auch während des Schulschwimmens, ein Wasserzusatz von 30 l/Badegast ausreichend erscheint, muß an Hand unserer Erfahrungen angezweifelt werden. Es ist auch von *K. Batjer* et al. in Frage gestellt worden.
Wenn jedoch die Wassernachspeisung zum Schwimmbecken auf 30 l/Person minimiert werden soll, ist es unbedingt erforderlich, die anderen Anforderungen an die Badewasseraufbereitung, wie Gehalt an freiem wirksamem Chlor, aufbereitete Wassermenge je Badegast, pH-Wert, Filtergeschwindigkeit, Kieshöhe im Filter, Sandkörnung, Flockungsmittelzugabe und Redoxpotentialspannung, einzuhalten. Eine Festlegung der Priorität ist nicht möglich, da bereits die Nichtbeachtung einer der genannten Forderungen zu Mängeln bei der Badewasseraufbereitung führt. Da diese aber aus technologischen Gründen, z. B. in älteren Bädern, nicht immer eingehalten werden können, muß oft an Hand der Badewasseranalysen die Mindestfrischwassermenge festgelegt werden. Eine Unterschreitung von 30 l/Badegast führt in der Regel zu höheren Ammoniumwerten durch den Eintrag von Schweiß und Urin sowie zu höheren Salzgehalten (Korrosionsgefahr) im Badewasser. Durch die Chlorung des Badewassers werden zwar die Ammoniumwerte reduziert. Dies führt aber zu den recht stabilen Chloraminen. Diese werden wiederum für die Augenreizungen und den typischen Hallenbadgeruch (nicht das Chlor!) verantwortlich gemacht. Da die genannten Erscheinungen nicht wünschenswert sind, ist es in der Bäderpraxis ratsam, die Beckenwassernachspeisung auf keinen Fall zu unterschätzen und aus Sicherheitsgründen etwas höher als 30 l/Badegast einzustellen. Der Mehrbedarf an Wärmeenergie zur Aufheizung des Badewassers um 10 °C (Jahresmitteltemperatur) auf z. B. 25 °C fällt dabei nur unwesentlich ins Gewicht. Eine weitere Möglichkeit, die Trinkwassernachspeisung zu reduzieren, besteht darin, die Chemikaliendosierungsanlagen bei Inbetriebhaltung der Beckenwasserumwälzung über Nacht abzustellen. Eine solche Fahrweise setzt jedoch voraus, daß tagsüber die geforderte Badewasserqualität eingehalten wird. Bei einer Überlastung der Badewasseraufbereitungsanlage oder einer falschen Fahrweise macht sich in den Nachtstunden ein Nachbereiten des Badewassers mit einer Hochchlorung und einer zusätzlichen Dosierung von Flockungsmitteln notwendig. Ein Abstellen der mit Trinkwasser betriebenen Dosierungsanlagen ist dann nicht möglich und kann — falls diese aus Unkenntnis trotzdem vorgenommen wird — zwangsweise zu einer unvertretbar hohen Wassernachspeisung zum Schwimmbecken führen, um die geforderte Badewasserqualität einhalten zu können. Eine zu starke Drosselung der injektorbetriebenen Dosierungsanlagen in den Nachtstunden führt zu Verstopfungen der Flockungsmittelleitungen durch ausfallendes Metallhydroxid. Dies macht somit ein häufigeres „Säuern" der Anlage notwendig. Als Lösung bietet sich die Dosierung der Chemikalien mit Beckenwasser oder ein konstruktives Verändern der Dosierungsanlagen unter Verzicht auf das Injektorprinzip an. Bei der Dosierung der Chemikalien mit Beckenwasser wird auf der Druckseite der Badewasserumwälzpumpen eine Leitung mit einem Dreiwegehahn installiert, der das Betreiben der Dosierungsanlagen sowohl mit Beckenwasser (nachts) als auch mit Trinkwasser (tags) ermöglicht. Häufig werden die Chemikalien auch mit Dosierpumpen dem Badewasserkreislauf zugesetzt. Dann macht sich jedoch eine separate Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbeckenwasserkreislauf notwendig.

*Foto:* Hänel





**Filterrückspülung mit Beckenwasser**

Für die Filterrückspülung werden in einer 25-m-Schwimmhalle mit einer Wasserfläche von 300 bis 500 $m^2$ in der Regel je Spülung 20 bis 25 $m^3$ Wasser benötigt. In Abhängigkeit von der Besucherzahl erweist sich die Filterrückspülung je nach angezeigtem Differenzdruck zwei- bis dreimal je Woche als notwendig. Bei der oben beschriebenen Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbecken ist es daher in der Regel möglich, die zum Filterspülen benötigte Wassermenge aus dem Schwimmbecken zu entnehmen. Dabei sinkt der Wasserspiegel des Schwimmbeckens kurzzeitig um maximal 6 bis 7 cm ab. Dies führt aber nicht zur Beeinträchtigung des Badebetriebes. Auch die Qualität des Filterrückspülprozesses wird bei der Verwendung von Badewasser nicht beeinflußt. Liegt die Oberkante des Filterschmutzwasserablaufrohres wesentlich unter der Höhe des Wasserspiegels des Schwimmbeckens, kann das natürliche Druckgefälle für die Filterrückspülung ohne Inbetriebnahme der Umwälzpumpe als Druckerhöhungspumpe ausgenutzt werden. Dadurch ist es möglich, die Elektroenergie für das Betreiben der Umwälzpumpe einzusparen. Ein entsprechend großer Wasserdurchfluß während der Rückspülung muß aber unter allen Umständen durch ein weiteres Öffnen der Schieber gewährleistet werden.

**Maßnahmen bei Schabenbekämpfungsaktionen mit Dichlorvos in Schwimmhallen**

Werden in Schwimmhallen Schabenbekämpfungsaktionen mit Dichlorvos (0,0-Dimethyl-2,2-dichlorvenylphosphat) durchgeführt, kann es im Schwimmbeckenwasser zu einer unzulässigen Anreicherung dieser Che-

mikalie kommen. Eine gesundheitliche Gefährdung der Badegäste kann nicht ausgeschlossen werden. Aus diesen Gründen hat das Bezirkshygiene-Institut Berlin bisher das Ablassen des Badewassers verfügt. Verlängerte Schließzeiten, verbunden mit einem erhöhten Wasser- und Wärmeenergieeinsatz, waren die Folge. Durch eine Hochchlorung des Badewassers ist es jedoch möglich, das gelöste Dichlorvos zu ungiftigen Badewasserinhaltsstoffen abzubauen. Das Verfahren ist patentrechtlich geschützt (BRD – OS 3219419). Nachdem diese chemische Dichlorvoszerstörung im Badewasser durch Hochchlorung nachgewiesen wurde, genehmigte das Bezirkshygiene-Institut Berlin das Belassen des Badewassers nach Schabenbekämpfungsaktionen im Schwimmbecken. Der Nutzen dieser Verfahrensweise liegt neben einer Verkürzung der Schließzeit der Schwimmhalle bei etwa 2,– Mark/m$^3$ Beckeninhaltswasser.

### Maßnahmen bei einer fäkalen Verunreinigung des Badewassers

Über einzuleitende Maßnahmen bei einem Faeceseintrag in das Badewasser sind bisher keine Ergebnisse bekannt geworden. Häufig wird, besonders bei Becken mit einem Volumen < als 100 m$^3$, ein teilweises oder völliges Ablassen des Badewassers verfügt. Ein erhöhter Wasser- und Wärmeenergieeinsatz ist die Folge. Bei größeren Schwimmbecken sind solche Maßnahmen aus ökonomischen und zeitlichen Gründen in Frage zu stellen. Eigene Untersuchungen haben gezeigt, daß sich durch eine Anhebung des Gehalts an freiem wirksamem Chlor auf etwa 1,2 mg/l für 45 min unter Ausnutzung der maximal möglichen Filtergeschwindigkeit von 30 m/h sowie bei einer Dosierung von 1,5 bis 2,0 g/m$^3$ Aluminiumsulfat je m$^3$ umgewälztes Badewasser die geforderten bakteriologischen Grenzwerte einhalten lassen. Da so hohe Chlorgehalte während des Badebetriebes nicht zulässig sind, muß während dieser Zeit die Schwimmhalle geschlossen und nach einer Stunde durch die Zugabe von Natriumthiosulfat der Gehalt an freiem wirksamem Chlor auf die zulässigen Werte zwischen 0,3 und 0,6 mg/l herabgesetzt werden. Nach etwa 1,5 h kann die Schwimmhalle für den Badebetrieb wieder freigegeben werden.

### Chlorung und Nachnutzung von Saunatauchbeckenwasser als Schwimmbeckenwasser

Durch die in der Regel bessere Vorreinigung der Saunagäste ohne Badekleidung und die wesentlich kürzere Verweildauer im Saunatauchbecken wird das Tauchbeckenwasser hauptsächlich bakteriologisch belastet. Selbst bei der Nachspeisung von 600 bis 1 000 l Frischwasser/Saunagast ist es ohne Chlorung des Tauchbeckenwassers nicht möglich, die für Badewasser gültigen bakteriologischen Grenzwerte einzuhalten. Aus diesem Grund sollte der Zusatz von freiem Chlor (0,3 bis 0,6 mg/l) auch für das Saunatauchbecken gefordert werden. Unter diesen Bedingungen ist es möglich, die Trinkwassernachspeisung zum Saunatauchbecken auf etwa 40 l/Saunagast zu beschränken. Dadurch ergibt sich bei gleichzeitiger Verbesserung der Saunatauchbeckenwasserqualität ein drastisches Reduzieren des Wasserverbrauchs für das Saunatauchbecken von 15 bis 25 m$^3$/d auf 5 bis 8 m$^3$/d.

Außerdem ist es dadurch möglich, das Saunatauchbeckenwasser als Schwimmbeckenwasser nachzunutzen, indem das ablaufende Tauchbeckenwasser in einem Schwallwasserbehälter aufgefangen und über eine Druckerhöhungspumpe vor dem Badewasserfilter in den Badewasserkreislauf eingespeist wird. Der Volumenstrom des Saunatauchbeckenwassers beträgt in der Regel nur $^1/_{100}$ des umgewälzten Badewasservolumenstromes und führt somit zu keiner merklichen Belastung der Filteranlage. Außerdem unterliegt das eingespeiste Tauchbeckenwasser allen Aufbereitungsschritten, die für das Badewasser vorgesehen sind. Das Verfahren ist patentrechtlich geschützt. Eine solche Nachnutzung kann das über die Chemikaliendosierungsanlage für die Beckenwassernachspeisung vorgesehene Wasservolumen jährlich um 2 000 bis 5 000 m$^3$ reduzieren. Eine Verschlechterung der Badewasserqualiät ist dabei nicht zu erwarten. Die Nachnutzung von Saunatauchbeckenwasser als Schwimmbeckenwasser bedarf der Genehmigung durch die staatliche Hygiene-Inspektion.

### Nachnutzung von Schwimmbeckenwasser als Duschwasser

Eine Nachnutzung des Beckenwassers als Duschwasser setzt eine solide geführte und ständig kontrollierte Badewasseraufbereitung unter Einhaltung der Mindestforderungen nach TGL 37780 voraus und bedarf der Genehmigung durch die staatliche Hygiene-Inspektion. Auf eine strikte Trennung des Badewasserkreislaufs vom Trinkwassernetz ist zu achten.

Der derzeitige Stand des Wasserverbrauchs beim Sportstättenbetrieb Berlin (Bereich Bäder) ist dadurch gekennzeichnet, daß im Durchschnitt 90 l Duschwasser/Badegast benötigt werden. Beim Einbau von Zeitduschen läßt sich dieser Verbrauch auf 60 bis 70 l/Badegast beschränken. Die Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbecken beträgt in der Regel 40 l/Badegast. Daraus resultiert für den Schwimmbadbereich ein Gesamtwasserverbrauch von 130 l/Badegast. Wird Badewasser als Duschwasser nachgenutzt, werden im Durchschnitt 90 l/Badegast aus dem Schwimmbecken entnommen. Um die Höhe des Wasserspiegels im Schwimmbecken aufrechtzuerhalten, ist es notwendig, diese 90 l/Badegast separat oder über die Chemikaliendosierungsanlagen nachzuspeisen. Daraus ergibt sich durch die stärkere Verdünnung der Badewasserinhaltstoffe auf die Hälfte bis ein Drittel gleichzeitig eine bessere Badewasserqualität, da die nachgespeiste Trinkwassermenge nicht mehr – wie im ausgewiesenen Fall – 43 l/Badegast, sondern 90 l/Badegast beträgt. Das Duschwasser wird nicht direkt dem Schwimmbecken, sondern nach der Flockung und Filtration hinter dem Filter und vor der Beckenwassernachchlorung dem Beckenwasserkreislauf entnommen. Über eine Druckerhöhungspumpe wird das Wasser in die Duschwasserboiler eingespeist. Dabei ist das Wasser nur noch von der Beckenwassertemperatur (meist 25 bis 26 °C) und nicht mehr von 10 °C auf die Boilertemperatur zu erwärmen. Bei den derzeitigen Heizleistungen für die Duschwassererwärmung kommt es selbst bei starkem Badebetrieb nicht mehr zu einem Abfall der Duschwassertemperatur. Ein warmes Duschbad und die damit erzielte Vorreinigung wirkt sich ebenfalls positiv auf die Badewasserqualität aus. Außerdem muß bei einem stärkeren Badebetrieb und der damit verbundenen stärkeren Belastung des Badewassers zwangsweise mehr Frischwasser zum Schwimmbecken nachgespeist werden, um den Wasserspiegel nicht absinken zu lassen. Bei der derzeitigen Verfahrensweise ist die Trinkwassernachspeisung von dem individuellen Verhalten und den Kenntnissen des maschinentechnischen Personals abhängig. Ein Überlasten des Wärmetauschers zur Nachwärmung des Beckenwassers ist ebenfalls nicht zu erwarten. Dieser ist in der Regel so ausgelegt, daß das gesamte Beckenwasser innerhalb von 24 h auf die Beckenwassertemperatur aufzuheizen ist. Weiterhin ist zu erwarten, daß die nach der Filtration noch vorhandenen Restchlorgehalte des Badewassers bei der wesentlich höheren Boilertemperatur verstärkt mit den Badewasserinhaltstoffen unter Chlorzehrung reagieren und durch oxidative Abbauprozesse ein nochmaliges Verbessern der Badewasserqualität bewirken. Der Vorteil der Nachnutzung von Badewasser als Duschwasser besteht darin, daß die bisher vorgenommene Trinkwassernachspeisung zum Schwimmbecken in Höhe von 30 bis 50 l/Badegast und die dafür benötigte Wärmeenergie zur Aufheizung des Wassers entfällt. Gleichzeitig ist eine wesentliche Verbesserung der Badewasserqualität zu erwarten. Grob geschätzt ergibt sich bei etwa 200 000 Badegästen/a eine jährliche Wassereinsparung von mindestens 6 000 bis 8 000 m$^3$ und eine damit verbundene Reduzierung des Wärmeenergiebedarfs um etwa 500 GJ.

Aus Tafel 1 geht hervor, daß trotz der dra-

*Tafel 1* Entwicklung des Wasserverbrauches und der hygienischen Verhältnisse in den Hallenbädern des Sportstättenbetriebes Berlin seit 1977 (mit Saunaanlagen)

| | 1977 | 1978 | 1979 | 1980 | 1981 | 1982 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Gesamttrinkwasserentnahme in Mill. m$^3$ | 0,940 | 1,391 | 1,404 | 1,112 | 1,080 | 0,957 |
| Anzahl der berücksichtigten Hallenbäder | 2 | 4 | 5 | 8 | 9 | 9 |
| Wasserverbrauch je Schwimmhalle in m$^3$/a | 85 250 | 70 000 | 53 600 | 44 870 | 35 300 | 35 000 |
| Spezifischer Wasserverbrauch in l/Badegast | 257 | 226 | 179 | 158 | 140 | 145 |
| Anzahl der Wasserproben | ? | ? | 915 | 1 028 | 950 | 951 |
| Gesamtbeanstandungsquote des Badewassers in % nach (12, 27) | | ? | 31,4 | 14,6 | 14,0 | 10,3 |

stischen Senkung des spezifischen Wasserverbrauchs seit 1977 die in TGL 37780 gesetzlich geforderten Badewasserqualitätskriterien nicht in Frage gestellt wurden. Weiterhin ist ersichtlich, daß die in den vorangegangenen Abschnitten beschriebenen Maßnahmen zur Senkung des Wasserverbrauchs und der Durchsetzung in der Praxis stets unter kontinuierlicher Kontrolle der Badewasserqualität erfolgten. In Anerkennung dieser Arbeit wurde der Sportstättenbetrieb Berlin 1982 mit der Ehrenurkunde „Wasserwirtschaftlich vorbildlich arbeitender Betrieb" ausgezeichnet.
Eine Nachnutzung von Saunatauchbeckenwasser als Schwimmbadwasser sowie dessen Nachnutzung als Duschwasser bzw. der konsequente Einsatz von zeitbegrenzten Duschen läßt es in Zukunft als möglich erscheinen, den spezifischen Wasserverbrauch auf 100 bis 120 l/Person zu senken und damit den Gesamtwasserverbrauch einer 25-m-Schwimmhalle (mit Saunaanlage) in Abhängigkeit von der Besucherzahl auf 25 000 bis maximal 30 000 m³/a zu begrenzen.

### Schlußfolgerungen

Gegenüber den recht einheitlichen Anforderungen bei der Planung von Wasserverbrauchswerten einer Schwimmhalle stehen die bisher mitgeteilten Wasserverbrauchswerte, besonders im Saunabereich, in einem gewissen Widerspruch. Die Gründe sind darin zu sehen, daß der Wasserverbrauch zusätzlicher Einrichtungen, z. B. von Saunaanlagen, nicht berücksichtigt wurde oder Wasserzähler in den einzelnen Funktionsbereichen fehlen. Dadurch ist der Wasserverbrauch nicht kontrollierbar. Außerdem muß berücksichtigt werden, daß dem Wassereinsatz in Dienstleistungseinrichtungen — als solche gelten Bäder — bisher zuwenig Bedeutung beigemessen bzw. der Wasserverbrauch der einzelnen Anlagen eindeutig unterschätzt wurde. Dabei ist gerade in Bädern der Wassereinsatz fast immer mit einem Wärmeenergieeinsatz gekoppelt. Die Entwicklung des Wasserverbrauchs nach Tafel 1 zeigt, daß es bei einer gleichzeitigen Verbesserung der hygienischen Wasserverhältnisse durchaus möglich ist, den Wassereinsatz trotz des hohen spezifischen Wasserbedarfs der integrierten Saunaanlage drastisch zu senken. Bei einer entsprechenden Kontrolle der Badewasseraufbereitung ist es in Abhängigkeit von der Besucherzahl durchaus realistisch, den Wasserverbrauch einer 25-m-Schwimmhalle nebst Saunaanlage mit 30 000 bis 40 000 m³/a bzw. einen derzeitigen spezifischen Wasserbedarf von 140 bis 150 l/Person anzusetzen. Unter dem Eindruck der sich weiter verknappenden Trinkwasserreserven erscheint es in Zukunft sinnvoll, das anfallende Saunatauchbecken als Schwimmbeckenwasser und das Schwimmbeckenwasser durch eine entsprechende Aufbereitung als Duschwasser im Sinne eines Recyclings der Wasserführung nachzunutzen. Diese in der Industrie schon seit Jahren verwirklichte Forderung wird bei der zukünftigen Projektierung der technischen Anlagen zur Badewasseraufbereitung in Schwimmhallen nicht unberücksichtigt bleiben können.

# Optimale Geometrieparameter von kreiszylindrischen Wasserbehältern

Dipl.-Ing. Manfred BLECHSCHMIDT; Dipl.-Ing. Alexander WIEMER
Beitrag aus dem VEB Projektierung Wasserwirtschaft

Im Wasserverteilungssystem nehmen die Wasserbehälter einen bedeutenden Platz ein. Sie dienen der Speicherung der fluktuierenden Wassermenge und den Reserven bei Bränden und Störungen. Sie sichern einen gleichmäßigen Versorgungsdruck. Wasserbehälter ermöglichen auch, die Kapazität eines Wasserversorgungssystems durch bessere Ausnutzung des Wasseraufbereitungsvermögens zu erhöhen.
Wasserbehälter sind anspruchsvolle Ingenieurbauwerke, die nur von Baubetrieben errichtet werden sollten, die die Voraussetzung dafür besitzen. Oft werden Baubetriebe mit dem Bau beauftragt, die bisher noch keine Wasserbehälter gebaut haben. Sie glauben, mit „Einfachtechnologien" ebenfalls brauchbare Behälterkonstruktionen entwickeln zu können.
Auf diese Weise sind viele Konstruktionen entstanden, die gewöhnlich nicht den Gebrauchswertanforderungen an Wasserbehälter entsprechen und die keine optimale Behältergeometrie besitzen. Sie haben darüber hinaus nur territoriale Bedeutung, weil sie auf bezirkliche Realisierungsmöglichkeiten abgestimmt wurden. Die so entwickelten Behälterkonstruktionen sind noch nicht geeignet, die bestehenden Angebots- und Wiederverwendungsprojekte abzulösen.

### Verfahren zur Bestimmung optimaler Behältergeometrien

An Wasserbehälter ist u. a. die Forderung zu erheben, daß sie ein optimales Verhältnis von Höhe zu Durchmesser *(h/d)* besitzen. Zur Bestimmung optimaler Behälterabmessungen bestehen verschiedene Verfahren, und es gibt die unterschiedlichsten Vorschläge für die Zuordnung der Wassertiefe zum Behältervolumen. Hier sei auf die Angaben in /1, 2, 3/ verwiesen. *Hampe* und *Kühn* haben sich 1978 mit dieser Problematik befaßt. Sie haben sogenannte $\lambda$-Werte (Verhältniswert der Baukosten der Behälterwand und -decke, bezogen auf die Baukosten der Behältersohle) ermittelt und hierfür das optimale $h/d$-Verhältnis bestimmt. Nicht berücksichtigt werden von *Hampe* und *Kühn* die Bodennutzungsgebühr für die Flächeninanspruchnahme und die sich mit wachsendem $h/d$-Verhältnis erhöhenden Energiekosten für das Pumpen in den Behälter.
Zur Erweiterung des Erkenntnisstandes wird im Rahmen der vorliegenden Untersuchung das optimale $h/d$-Verhältnis neu berechnet. Dabei werden neben den Baukosten nach PR 211 die Bodennutzungsgebühren sowie die Energiekosten berücksichtigt. Die Ergebnisse sind also nur für den häufigen Fall des Pumpens in den Behälter maßgebend.

### $h/d$-Verhältnis für das Pumpen in den Behälter

Das $h/d$-Verhältnis wird wie folgt bestimmt: Aus dem Behältervolumen und einem vorgegebenen $h/d$-Verhältnis werden die jeweiligen Behälterabmessungen $h$ und $d$ berechnet und die zugehörigen Kosten ermittelt. Aus einer Vielzahl von $h/d$-Verhältnissen interessiert dasjenige $h/d$, das die minimalen Gesamtkosten ergibt.
Dieser Berechnung werden folgende Ansätze zugrunde gelegt (Bezeichnungen s. Bild 1):

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d^2 \cdot h = \frac{\pi}{4} \cdot d^3 \left(\frac{h}{d}\right) \quad (1)$$

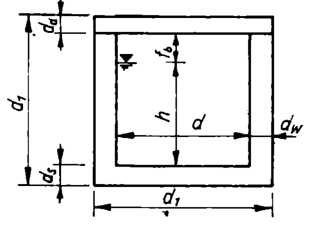
Daraus folgt:

$$d = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V}{\pi \, (h/d)}} \quad (2)$$

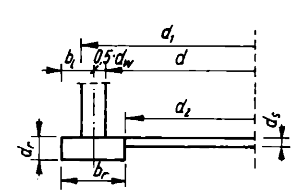
$$h = d \left(\frac{h}{d}\right) \quad (3)$$

Als Kosten für den Vergleich sind die Gesamtkosten anzusetzen, die sich aus den jährlichen Abschreibungen und den Energiekosten eines Jahres ergeben. Die Baukosten einschließlich der Bodennutzungsgebühren betragen:

$$K_{\text{Bau}} = \frac{\pi}{4} d_1^2 K_S + \pi (d + d_w) h_1 K_W + \frac{\pi}{4} d_1^2 K_D + \frac{\pi}{4} d_1^2 K_B \cdot 4 \quad (4)$$



a) Behälterschnitt



b) Ausführung Ringfundament ($b_l = 0{,}5 \cdot b_r$ als Annahme)

**Bild 1** Behältergeometrie

Es bedeuten:

$K_{Bau}$ Baukosten
$K_S$ Baukosten je m² Behältersohle
$K_W$ Baukosten je m² Behälterwand
$K_D$ Baukosten je m² Behälterdecke
$K_B$ Bodennutzungsgebühr für die einschließlich Erdüberdeckung in Anspruch genommene Fläche.

Die Bodennutzungsgebühr ist auf die Grundfläche der Überschüttung (vierfache Behältergrundfläche) bezogen.
Zur Bestimmung der jährlichen Abschreibungen sind Baukosten mit dem Abschreibungssatz $a$ zu multiplizieren:
$K = K_{Bau} \cdot a$. Für den Vergleich der unterschiedlichen Energiekosten bei unterschiedlichen Behältergrößen gilt folgender Ansatz:

$$P = \frac{\dot{V} \cdot h}{102 \cdot \eta} \qquad (5)$$

$$\dot{V} = V/t \cdot 1000/3600 \qquad (6)$$

$$K_E = e \cdot P \cdot 365 \cdot 24. \qquad (7)$$

Für den Vergleich genügt es, die jährlichen Energiekosten $K_E$ nur auf die den unterschiedlichen $h/d$-Verhältnissen entsprechenden Wasserspiegelhöhen zu beziehen. In Gleichung (5) bis (7) bedeuten:

$P$ Förderleistung (kW)
$\dot{V}$ Behälterzufluß (l/s)
$h$ Wasserspiegelhöhe (m) aus (3)
$\eta$ Wirkungsgrad
$V$ Behältervolumen (m³)
$t$ Pumpzeit (h)
$e$ Energiepreis (M/kWh)
$K_E$ jährliche Energiekosten (M/a).

Den Berechnungen werden folgende Größen zugrunde gelegt:

— Freibord = 0,3 m
— Behälternenngrößen in m³ auf der Grundlage der Reihe R″5 nach TGL 27786:
25/40/65/100/160/250/400 (kleine Beh.)
650/1000/1600/2500/4000/6500 (mittl. B.)
10 000/16 000/25 000 (große Behälter)

*Tafel 1* Zusammenstellung der Varianten

| | | | | Geometrische Daten | | | | | | Preise nach PR 211 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Variante[1]) | | Nennvolumen[2]) von | bis | Stärke[3]) Wand $d_W$ | Sohle $d_s$ | Decke $d_d$ | Ringfundament Breite $b_r$ | Dicke $d_r$ | Freibord | Wand | Sohle | Decke | Ringfundament | Bodennutzungsgebühr |
| — | | m³ | m³ | m | m | m | m | m | m | M/m³ | M/m³ | M/m³ | M/m³ | M/m³ |
| I | A | 40 | 400 | 0,2 | 0,3 | 0,2 | — | — | 0,3 | 390 | 310 | 450 | — | 15 |
| I | B | | | | | | | | | 700 | | | | |
| II | A | 40 | 1 000 | 0,2 | 0,15 | 0,2 | 0,8 | 0,5 | 0,3 | 390 | 310 | 450 | 310 | 15 |
| II | B | | | | | | | | | 700 | | | | |
| III | A | | | 0,25 | 0,2 | 0,25 | 1,0 | 0,5 | 0,3 | 390 | 310 | 450 | 310 | 15 |
| III | B | 650 | 4 000 | | | | | | | 700 | | | | |
| III | C | | | 0,25 | 0,2 | 0,25 | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 1000 | 310 | 450 | 310 | 15 |
| IV | A | 2 500 | 16 000 | 0,3 | 0,2 | 0,3 | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 390 | 310 | 450 | 310 | 15 |
| IV | C | | | 0,25 | 0,2 | 0,3 | 1,0 | 0,6 | 0,3 | 1000 | 310 | 450 | 310 | 15 |
| V | A | 10 000 | 25 000 | 0,3 | 0,25 | 0,35 | 1,0 | 0,8 | 0,3 | 390 | 310 | 450 | 310 | 15 |
| V | C | | | 0,25 | 0,25 | 0,25 | 1,0 | 0,8 | 0,3 | 1000 | 310 | 450 | 310 | 15 |

[1]) es bedeuten: A — monolithische Wand aus Stahlbeton, B — Wandfertigteile aus Stahlbeton, C — Wand vorgespannt
I bis V: Varianten der Bauteilabmessungen und der Sohlenausbildung
[2]) Volumen der Behälterreihung entspricht TGL 27 786
[3]) In der Deckenstärke ist der Anteil der Stützen und Unterzüge berücksichtigt.

*Tafel 2* Optimale Behälterparameter — monolithische Wand aus Stahlbeton

| | | | Behälter — Nenngrößen | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Var. | Parameter | Einheit | 40 | 65 | 100 | 160 | 250 | 400 | 650 | 1000 | 1600 | 2500 | 4000 | 6500 | 10 000 | 16 000 | 25 000 |
| I A | h/d | — | 0,82 | 0,70 | 0,60 | 0,50 | 0,41 | 0,34 | | | | | | | | | |
| | h | m | 3,25 | 3,44 | 3,58 | 3,71 | 3,77 | 3,89 | | | | | | | | | |
| | d | m | 3,96 | 4,91 | 5,96 | 7,41 | 9,19 | 11,44 | | | | | | | | | |
| | $K_B$ | M/a | 121 | 168 | 227 | 319 | 449 | 646 | | | | | | | | | |
| | $K_E$ | M/a | 29 | 50 | 79 | 132 | 209 | 345 | | | | | | | | | |
| | K | M/a | 150 | 217 | 306 | 451 | 658 | 992 | | | | | | | | | |
| II A | h/d | — | 0,80 | 0,66 | 0,56 | 0,46 | 0,38 | 0,30 | 0,24 | 0,20 | | | | | | | |
| | h | m | 3,19 | 3,30 | 3,42 | 3,51 | 3,58 | 3,58 | 3,62 | 3,71 | | | | | | | |
| | d | m | 3,99 | 5,00 | 6,10 | 7,62 | 9,42 | 11,93 | 15,10 | 18,53 | | | | | | | |
| | $K_B$ | M/a | 130 | 177 | 235 | 326 | 448 | 643 | 939 | 1321 | | | | | | | |
| | $K_E$ | M/a | 28 | 48 | 76 | 125 | 199 | 318 | 523 | 823 | | | | | | | |
| | K | M/a | 158 | 225 | 311 | 450 | 647 | 960 | 1462 | 2144 | | | | | | | |
| III A | h/d | — | | | | | | | 0,27 | 0,22 | 0,18 | 0,15 | 0,12 | | | | |
| | h | m | | | | | | | 3,92 | 3,95 | 4,04 | 4,15 | 4,18 | | | | |
| | d | m | | | | | | | 14,52 | 17,95 | 22,44 | 27,68 | 34,87 | | | | |
| | $K_B$ | M/a | | | | | | | 1098 | 1547 | 2254 | 3238 | 4855 | | | | |
| | $K_E$ | M/a | | | | | | | 566 | 877 | 1435 | 2303 | 3716 | | | | |
| | K | M/a | | | | | | | 1660 | 2424 | 3689 | 5542 | 8570 | | | | |
| IV A | h/d | — | | | | | | | | | | 0,15 | 0,12 | 0,10 | 0,08 | 0,06 | |
| | h | m | | | | | | | | | | 4,15 | 4,18 | 4,36 | 4,33 | 4,18 | |
| | d | m | | | | | | | | | | 27,68 | 34,87 | 43,56 | 54,17 | 69,73 | |
| | $K_B$ | M/a | | | | | | | | | | 3661 | 5462 | 8 144 | 12 054 | 19 107 | |
| | $K_E$ | M/a | | | | | | | | | | 2304 | 3716 | 6 286 | 9 621 | 14 861 | |
| | K | M/a | | | | | | | | | | 5965 | 9178 | 14 330 | 21 674 | 33 968 | |
| V A | h/d | — | | | | | | | | | | | | | 0,09 | 0,07 | 0,06 |
| | h | m | | | | | | | | | | | | | 4,69 | 4,64 | 4,86 |
| | d | m | | | | | | | | | | | | | 52,09 | 66,24 | 80,92 |
| | $K_B$ | M/a | | | | | | | | | | | | | 12 875 | 19 977 | 29 104 |
| | $K_E$ | M/a | | | | | | | | | | | | | 10 406 | 16 470 | 29 945 |
| | K | M/a | | | | | | | | | | | | | 23 281 | 36 447 | 59 049 |

— Preise nach PR 211:
  Decke, Fertigteile 450 M/m³
  Wand, monolithisch 390 M/m³
  Wand, Fertigteile 700 M/m³
  Wand, Spannbeton 1000 M/m³
  Sohle, monolithisch 310 M/m³
  Ringfundament, monolithisch 310 M/m³
— Bodennutzungsgebühr 15,00 M/m²
— Energiepreis $e$ 0,13 M/kWh
— Pumpzeit $t$ 24 h
— Abschreibungssatz $a$ 0,0167 bei einer NND von 60 Jahren
— $\eta = 0{,}6$.

**Behältervarianten**

In die Berechnung des $h/d$-Verhältnisses werden die Behälternenngrößen 40 m³ bis 25 000 m³ entsprechend der Behälterreihung (vgl. vorstehenden Abschnitt) einbezogen.
Zur Ausbildung der Behältersohle wird von folgendem ausgegangen: Bis 400 m³ Inhalt, d. h. bis zu einem Durchmesser von 10 m bis 12 m, sollte mit durchgehender Sohlplatte, ab 650 m³ mit Ringfundament gerechnet werden. Zum Vergleich wird dennoch die Ausführung Ringfundament ab Nennvolumen 40 m³ angesetzt und mit durchgehender Sohlplatte bis 1 000 m³ gerechnet.

Für die Wandausbildung werden folgende Varianten berücksichtigt:

— monolithische Ausführung
— Ausführung in Fertigteilen
— Ausführung in Spannbeton (sowohl Umwicklung als auch Bündelspannglieder).

Die Varianten der monolithischen Ausführung und die Ausführung in Fertigteilen unterscheiden sich lediglich im Wandpreis nach PR 211, bei der Ausführung in Spannbeton kommen außerdem geringere Wandstärken zum Ansatz.
Die Varianten IV B und V B werden nicht untersucht, da Fertigteilkonstruktionen mit schlaffer Bewehrung in dieser Größenordnung konstruktiv nicht zweckmäßig sind. Die Behälterdecke wird als ebene Platte angesetzt. Erforderliche Unterzüge und Stützen sind überschläglich in der Deckenstärke berücksichtigt.
Da die Bauteilabmessungen wesentlich von der statischen Berechnung abhängen, die aber für die einzelnen Varianten nicht gesondert nachgewiesen werden, sind die Abmessungen zu schätzen. Auch hier werden für Vergleichszwecke zwischen den Varianten Überschneidungen von ein bis zwei Nennvolumen gerechnet. Die gerechneten Varianten sind in Tafel 1 zusammengestellt.

**Rechenprogramm**

Das grundlegende mathematische Modell ist in Gl. 1 bis 7 angegeben. Über die Eingabe ist für jede Nenngröße steuerbar, ob für durchgehende Sohlplatte oder Ringfundament gerechnet werden soll.
Ausgehend vom Nennvolumen und dem vorgegebenen Verhältnis $h/d$, werden Behälterdurchmesser und Wasserfüllhöhe entsprechend Gleichungen (1) bis (3) berechnet. Alle anderen geometrischen Größen sind Eingabewerte. Aus diesen Angaben werden die jährlichen, für den Vergleich relevanten Gesamtkosten errechnet:

$$K_{ges} = K_{Bau} \cdot a + K_E \text{ in M/a.} \quad (8)$$

In Gleichung (8) bedeuten:
$K_E$ Energiekosten entsprechend Gleichung (5) bis (7)
$K_{Bau}$ Baukosten

$$K_{Bau} = K_{Wand} + K_{Decke} + K_{Sohle} + K_{Boden} \, . \quad (9)$$

Es können sowohl Preise nach PR 211 als auch Kosten/m² eingegeben werden. Danach richtet sich die Berechnung von $K_{Bau}$. Für die jeweilig geforderten Nennvolumen in Abhängigkeit von den gewünschten Verhältnissen $h/d$ werden die zugehörigen Abmessungen $h$ und $d$ sowie die jährlichen Bau-, Energie- und die relevanten Gesamt-

*Tafel 3* Optimale Behälterparameter — Wandfertigteile aus Stahlbeton

| | | | Behälter-Nenngrößen | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Var. | Parameter | Einheit | 40 | 65 | 100 | 160 | 250 | 400 | 650 | 1000 | 1600 | 2500 | 4000 | 6500...25 000 |
| I B | h/d | – | 0,61 | 0,54 | 0,48 | 0,42 | 0,36 | 0,30 | | | | | | |
| | h | m | 2,67 | 2,89 | 3,08 | 3,30 | 3,45 | 3,58 | | | | | | |
| | d | m | 4,37 | 5;35 | 6,42 | 7,86 | 9,60 | 11,93 | | | | | | |
| | $K_B$ | M/a | 172 | 235 | 313 | 430 | 589 | 830 | | | | | | |
| | $K_E$ | M/a | 24 | 42 | 68 | 177 | 192 | 318 | | | | | | |
| | K | M/a | 20 | 277 | 382 | 547 | 780 | 1147 | | | | | | |
| II B | h/d | – | 0,60 | 0,51 | 0,45 | 0,38 | 0,32 | 0,27 | 0,22 | 0,18 | | | | |
| | h | m | 2,64 | 2,78 | 2,95 | 3,09 | 3,19 | 3,34 | 3,42 | 3,45 | | | | |
| | d | m | 4,39 | 5,45 | 6,56 | 8,12 | 9,98 | 12,35 | 15,55 | 19,19 | | | | |
| | $K_B$ | M/a | 181 | 244 | 319 | 435 | 588 | 815 | 1162 | 1618 | | | | |
| | $K_E$ | M/a | 23 | 40 | 66 | 110 | 177 | 296 | 494 | 767 | | | | |
| | K | M/a | 204 | 284 | 385 | 544 | 766 | 1111 | 1656 | 2384 | | | | |
| III B | h/d | – | | | | | | | 0,24 | 0,20 | 0,17 | 0,14 | 0,11 | |
| | h | m | | | | | | | 3,62 | 3,71 | 3,89 | 3,96 | 3,95 | |
| | d | m | | | | | | | 15,10 | 18,53 | 22,88 | 28,32 | 35,90 | |
| | $K_B$ | M/a | | | | | | | 1390 | 1912 | 2703 | 3837 | 5692 | |
| | $K_E$ | M/a | | | | | | | 532 | 823 | 1381 | 2200 | 3506 | |
| | K | M/a | | | | | | | 1814 | 2735 | 4084 | 6038 | 9198 | |

*Tafel 4* Optimale Behälterparameter — Wand vorgespannt

| | | | Behälter-Nenngrößen | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Var. | Parameter | Einheit | 40...400 | 650 | 1000 | 1600 | 2500 | 4000 | 6500 | 10 000 | 16 000 | 25 000 |
| III C | h/d | – | | 0,22 | 0,19 | 0,16 | 0,13 | 0,11 | | | | |
| | h | m | | 3,42 | 3,58 | 3,73 | 3,77 | 3,95 | | | | |
| | d | m | | 15,55 | 18,85 | 23,34 | 29,03 | 35,90 | | | | |
| | $K_B$ | M/a | | 1679 | 2264 | 3171 | 4462 | 6 355 | | | | |
| | $K_E$ | M/a | | 479 | 771 | 1287 | 2032 | 3 402 | | | | |
| | K | M/a | | 2158 | 3035 | 4458 | 6494 | 9 757 | | | | |
| IV C | h/d | – | | | | | 0 14 | 0 11 | 0,09 | 0,08 | 0,06 | |
| | h | m | | | | | 3,96 | 3,95 | 4,06 | 4,33 | 4,18 | |
| | d | m | | | | | 28,32 | 35,90 | 45,12 | 54,17 | 69,73 | |
| | $K_B$ | M/a | | | | | 4609 | 6 745 | 9 440 | 13 783 | 21 259 | |
| | $K_E$ | M/a | | | | | 2200 | 3 507 | 5 859 | 9 333 | 14 418 | |
| | K | M/a | | | | | 6809 | 10 252 | 15 804 | 23 116 | 35 677 | |
| V C | h/d | – | | | | | | | | 0,08 | 0,07 | 0,05 |
| | h | m | | | | | | | | 4,33 | 4,64 | 4,30 |
| | d | m | | | | | | | | 54,17 | 66,24 | 85,99 |
| | $K_B$ | M/a | | | | | | | | 15 434 | 22 226 | 35 033 |
| | $K_E$ | M/a | | | | | | | | 9 621 | 16 470 | 23 867 |
| | K | M/a | | | | | | | | 25 054 | 38 696 | 58 900 |

kosten ausgegeben. Durch Vergleich läßt sich leicht das Kostenminimum mit den zugehörigen *h/d* finden.
Das EDV-Programm wurde vorrangig zur Berechnung der Varianten für diese Arbeit entwickelt. Es kann darüber hinaus aber auch zur Abarbeitung weiterer Aufgaben genutzt werden. Viele Eingabewerte wurden deshalb variabel gestaltet.
Das Programm ist in FORTRAN-IV geschrieben. Es wurde auf einer EDVA ES 1040 im Betriebssystem OS eingefahren. Der Hauptspeicherbedarf ist $< 52$ K.

**Auswertung der Rechenergebnisse und Schlußfolgerungen**

Zur Auswertung für die einzelnen Behältervarianten und Behälternenngrößen wurden diejenigen Behälterparamter herausgezogen (Tafel 2 bis 4), denen die minimalen Gesamtkosten zugeordnet sind. Diese Behälterparameter wurden grafisch dargestellt (Bilder 2 und 3).

In Auswertung der Tafeln und Bilder ergeben sich folgende Schlußfolgerungen für die untersuchten Varianten:
— Die relevanten Gesamtkosten einschließlich der Bodennutzungsgebühr und Elektroenergie lassen erkennen, daß mit zunehmender Behältergröße die Unterschiede zwischen Fertigteil- und Monolithbauweise immer geringer werden. Die Werte für den Monolithbau liegen generell niedriger. Auf die besonderen Schwierigkeiten von Großbehältern aus Fertigteilen sei verwiesen. Bei den mittleren und großen Behältern erweisen sich die Monolithvarianten als günstiger. Die Sohlausbildung mit durchgehender Sohlplatte zeigt sich bis $V \leqq 160\,m^3$ kostengünstiger, während Ringfundamente ab $V > 160\,m^3$ Kostenvorteile haben, wobei die Differenzen zur durchgehenden Sohlplatte gering sind.
— Die relevanten Kosten für Elektroenergie zeigen ein ähnliches Verhalten wie die Gesamtkosten. Beachtenswerte Abweichungen sind durch das insgesamt stärkere Ansteigen, besonders bei den Großbehältern, gegeben.
— Die Wassertiefe ist bei den untersuchten Großbehältern aus monolithischem Stahlbeton und Fertigteilen aus Stahlbeton annähernd gleich groß. Sie liegt für diese Bauweisen bei 4,70 m, für Großbehälter aus Spannbeton bei 4,50 m. Bei kleinen und mittleren Behältern sind die Fertigteilbauweisen generell für geringere Wassertiefe auszuführen; die Abweichungen betragen etwa 20 cm. Bei kleinen Behältern ist zu erkennen, daß Behälterkonstruktionen mit Ringfundament geringere Wassertiefen erfordern als Konstruktionen mit durchgehender Sohlplatte.
— Das *h/d*-Verhältnis ist bei Behältern $> 1\,000\,m^3$ für Monolithbeton- und Fertigteilbauweisen annähernd gleich, bei Behältern $> 1\,000\,m^3$ in Monolithbauweise größer. Das *h/d*-Verhältnis ist bei Konstruktionen mit Sohlplatte größer als bei Konstruktionen mit Ringfundament.
— Unterschiedliche Energiekosten infolge unterschiedlicher Pumpzeiten (z. B. $t = 24$ h und $t = 18$ h) haben keinen Einfluß auf das *h/d*-Verhältnis, wie das Ergebnis orientierender Berechnungen ausweist.

**Bild 2** Optimales *h/d*-Verhältnis

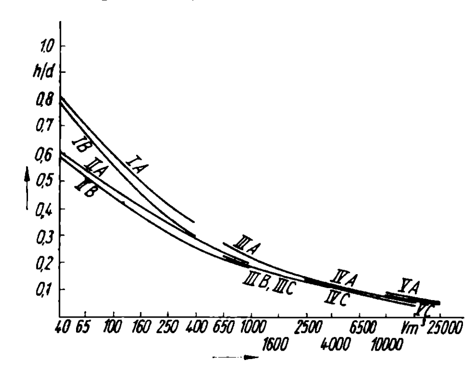
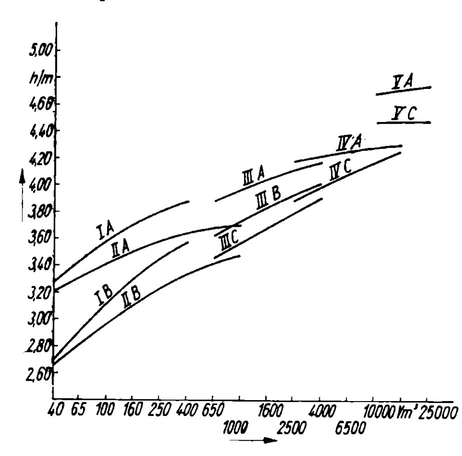



**Bild 3** Optimale Wassertiefen




In bezug auf die Konstruktionen und die geometrischen Abmessungen gibt es auf der Grundlage der durchgeführten Untersuchungen folgende Empfehlungen:
1. Für die Monolithbauweise sollte die Wassertiefe jeweils der Wassertiefe beim Kostenminimum entsprechen.
2. Bei Fertigteilbauweise ist für die Reihung der Wassertiefen eine geeignete Staffelung vorzusehen. Dabei sollte u. E. die Kostendifferenz durch die Staffelung gegenüber der jeweiligen Wassertiefe beim Kostenminimum durchschnittlich $\leqq 5$ Prozent betragen.
3. Die Fertigteilbauweisen ergeben für kleine und mittlere Behälter geringere Energiekosten. Im Zusammenhang mit dem geringeren Arbeitskräfteeinsatz und einer kürzeren Bauzeit sollte ihnen bei effektiver Wandfugenkonstruktion trotz der höheren Gesamtkosten der Vorzug gegeben werden.
4. Bis zur Behältergröße $V = 400\,m^3$ ist eine durchgehende Sohlplatte akzeptabel $\sim$ (Variante I). Der Bereich $V > 400\,m^3$ sollte mit Ringfundamenten ausgebildet werden.
5. Die Unterschiede im *h/d*-Verhältnis zwischen den Varianten II/III, III/IV, IV/V werden mehr von statisch-konstruktiven Gesichtspunkten als durch die Optimierung beeinflußt.

**Literatur**


/1/ *Hampe, E.; Kühn, S.:* Zur geometrischen Optimierung von Behältern, Bauplanung—Bautechnik 32 (1978) 12, S. 558—561
/2/ Bau von Wasserbehältern; Grundlagen und Hinweise, DVGW-Schriftenreihe Wasser, DVGW Arbeitsblatt 311
/3/ *Meyer-König:* Die Hochbehälteranlagen der Bodenseewasserversorgung, gwf 104 (1963) 28, S. 804—812





## Bücher

**Empfehlungen aus dem VEB Verlag für Bauwesen**

Autorenkollektiv
**Systematische Baustofflehre**

Band 1: Grundlagen
Herausgeber: *S. Röbert,* Prof. Dr.-Ing. habil., Dr. h. c.

4., stark bearbeitete Auflage 1983, etwa 256 Seiten, 72 Zeichnungen, 24 Fotos, 72 Tabellen, 10 Erzeugnisbilder, Leinen, etwa 18,— M, Ausland etwa 28,— M, Bestellangaben: 562 076 4, System. Baust. 1

*Belousow, W. N.,* und Autorenkollektiv
**Komplexe Gebietsplanung**

Kleine Reihe Architektur
Übersetzung aus dem Russischen

1. Auflage 1983, 224 Seiten, 57 Zeichnungen, 32 Tafeln, Broschur, 17,80 M, Bestellangaben: 562 130 2, Belousow, Gebietsplanung

*Bochmann, F.,* Dipl.-Ing.
**Statik im Bauwesen**

Band 1: Einfache statische Systeme

15., unveränderte Auflage 1983, 244 Seiten, 214 Zeichnungen, Leinen, 12,— M, Ausland 24,— M, Bestellangaben: 561 883 2, Bochmann, Statik 1

*Bochmann, F.,* Dipl.-Ing.
**Statik im Bauwesen**

Band 2: Festigkeitslehre

12., durchgesehene Auflage 1983, 184 Seiten, 165 Zeichnungen, Leinen 12,— M, Ausland 24,— M, Bestellangaben: 561 834 9, Bochmann, Statik 2

*Pruzin, O. J.,* Prof. Dr.-Ing.
**Die Stadt und das Architekturerbe**

**Kleine Reihe Architektur**
Übersetzung aus dem Russischen

1. Auflage 1983, etwa 88 Seiten, 51 Fotos, Broschur, etwa 8,— M, Bestellangaben: 562 116 9, Pruzin, Architekturerbe

# Abwasserspeicherung – ein Weg zur Sicherung der ganzjährigen Abwasserverwertung und -reinigung

Dr. agr. Gert FELGNER; Dipl.-Biol. Gisela SANDRING
Beitrag aus dem Forschungszentrum Wassertechnik

Im Gebiet des gemäßigten Klimas und der Bedarfsbewässerung hat die DDR die angespannteste Wasserbilanz bei einem hohen Produktionsniveau der Landwirtschaft. Um hohe und stabile landwirtschaftliche Erträge zu sichern, bedarf es deshalb aller Anstrengungen der Wasserwirtschaft, die erforderlichen Mengen an Zusatzwasser bereitzustellen. Dabei kommt es darauf an, einen möglichst hohen Anteil des Bewässerungswasserbedarfs durch geeignete kommunale und industrielle Abwässer zu decken. Während an den Abwasserbodenbehandlungsanlagen in der Vegetationszeit das Abwasser bereits weitgehend durch die Landwirtschaft genutzt wird, erfolgt in den Wintermonaten im Regelfall keine Abnahme. Die Wasserwirtschaft ist jedoch an einer ganzjährigen vollbiologischen Abwasserreinigung durch den Boden interessiert. Dabei ist sowohl die landwirtschaftliche Verwertung mechanisch vorgeklärten als auch biologisch gereinigten Abwassers von besonderer Bedeutung für die Realisierung des Gewässerschutzes in der DDR.

### Lösungsweg

Ein volkswirtschaftlich effektiver Lösungsweg für die dargelegte Problematik muß die Interessen der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft berücksichtigen. Dazu ist die ganzjährige vollbiologische Abwasserreinigung durch den Boden unter gleichzeitiger Erreichung eines hohen Verwertungseffekts in der Landwirtschaft durchzuführen.

Eine verfahrenstechnische Möglichkeit zur Erreichung dieses Ziels stellt die Speicherung des im Winterhalbjahr ungenutzt abfließenden Abwassers bei einer Stapelhöhe von $\geqq 3$ m zur weiteren Abwasserreinigung und zur Bereitstellung von Zusatzwasser im Hauptbewässerungszeitraum dar. Das anfallende Abwasser wird während der Frostperiode von Anfang Dezember bis Anfang März (etwa 90 Tage) gespeichert. Nach beendetem Anstau des Speichers ergeben sich in Abhängigkeit vom Bewässerungswasserbedarf und in Abstimmung mit der zuständigen Staatlichen Gewässeraufsicht folgende Möglichkeiten der Betriebsweise:

1. Abflußloser Speicher

Die Abwasserbeschickung wird Anfang März eingestellt, das täglich anfallende Abwasser wird verregnet.

2. Durchflossener Speicher

Ist die Verregnung im Frühjahr nicht möglich oder nicht notwendig, wird das anfallende Abwasser dem Speicher weiter zugeführt. Nach Vollstau liegt ein durchflossener Speicher mit einer Verweilzeit von 90 Tagen vor. Unter den Bedingungen der Praxis wird diese Betriebsweise der Regelfall sein.

Im Hauptbewässerungszeitraum von Mitte Juni bis Ende August ist die zusätzliche Verregnung des gespeicherten Abwassers vorgesehen. Es wird davon ausgegangen, daß die Speicher zu Beginn der Frostperiode leer sind und das in den folgenden 90 Tagen anfallende Abwasser aufnehmen können.

### Versuchsdurchführung

Für die Untersuchungen zur Qualitätsänderung des Abwassers während der Speicherung standen drei mit Folie ausgekleidete Erdbecken zur Verfügung. Zwei Becken mit einer Stapelhöhe von 2,20 m und einem nutzbaren Volumen von jeweils $\approx 300\ m^3$ wurden für die Speicherung von mechanisch vorgeklärtem Abwasser genutzt und das eine als durchflossener, das andere als abflußloser Speicher betrieben. Ein Becken mit einer Stapelhöhe von 1,40 m und einem nutzbaren Volumen von $\approx 275\ m^3$ wurde mit biologisch teilgereinigtem Abwasser beschickt, es arbeitete nach dem Anstau als durchflossener Speicher. Während des Anstau- und Speicher- bzw Durchflußbetriebes wurden die Zulaufkonzentrationen der Abwasserinhaltstoffe für das mechanisch vorgeklärte bzw. biologisch teilgereinigte Abwasser mindestens dreimal wöchentlich bestimmt. In Zeitabständen von zwei Wochen erfolgte die Probenahme aus verschiedenen Tiefen der Speicher in Abhängigkeit vom erreichten Füllstand. Neben den chemischen und physikalischen Parametern wurden die Lebensgemeinschaft in den Speichern nach Artzugehörigkeit und Häufigkeit und die bakteriologische Beschaffenheit untersucht. Zur Einschätzung eventuell auftretender Umweltschäden bzw. Geruchsbelästigungen wurde im Juli 1980 das gespeicherte Abwasser verregnet. Der Schwefelwasserstoffgehalt der Luft wurde mittels Schwefelwasserstoff-Prüfröhrchen mit einem Meßbereich von 0,01 bis 0,12 mg/l $H_2S$ direkt nach Austritt des Abwassers aus der Düse des Regners und an verschiedenen Positionen innerhalb und außerhalb des Regnerkreises gemessen. Darüber hinaus wurde das verregnete Abwasser nach Austritt aus der Düse und aus der Peripherie des Regnerkreises zur Bestimmung des noch vorhandenen Sulfidgehalts aufgefangen. Die Messungen erfolgten an verschiedenen Tagen unter Berücksichtigung unterschiedlicher meteorologischer Bedingungen.

### Ergebnisse

Qualitätsänderung des Abwassers während der Speicherung

In den Tafeln 1 und 2 sind die Konzentrationen der untersuchten Wassergüteparameter im Zulauf und in verschiedenen Tiefen der Speicher nach Beendigung des Anstaus und zu Beginn des Hauptbewässerungszeitraums als Mittelwerte zusammengestellt.

#### Verregnung des gespeicherten Abwassers

Im Juli 1980 erfolgte die Verregnung aus dem mit mechanisch vorgeklärtem Abwasser beschickten durchflossenen Speicher. Bei Verregnung von Oberflächenwasser (Sulfide n. n.) und Wasser aus 1 m Tiefe (0,17 mg/l $S^{2-}$) war erwartungsgemäß kein Schwefelwasserstoff in der Luft nachweisbar. Danach wurde das Tiefenwasser mit einem maximalen Sulfidgehalt von 73 mg/l $S^{2-}$ verregnet. Weder mit Prüfröhrchen noch durch Sinnesprüfung mehrerer Personen war innerhalb und außerhalb des Regnerkreises Schwefelwasserstoff nachweisbar. Da in der Luft kein Schwefelwasserstoff festgestellt werden konnte, interessierte der Anteil der im verregneten Abwasser noch enthaltenen Sulfide. An den einzelnen Positionen wurden folgende Konzentrationen im Abwasser ermittelt:

| | |
|---|---|
| Austritt Düse: | 13,5 mg/l $S^{2-}$ |
| 2 m nach Düsenaustritt: | 5,5 mg/l $S^{2-}$ |
| Mitte Regnerkreis: | 1,3 mg/l $S^{2-}$ |
| Peripherie Regnerkreis: | 1,3 mg/l $S^{2-}$. |

Neben der Tatsache, daß nur ein relativ geringer Anteil der analytisch erfaßten Gesamtsulfide ($H_2S$, $S^{2-}$ und $HS^-$) bei den in den Speichern gemessenen pH-Werten $\geqq 8$ als gasförmig gelöster Schwefelwasserstoff vorliegt, zeigen die Meßwerte, daß auch das HS an der Luft schnell oxydiert wird. Auf eine Verregnung aus dem abflußlosen Speicher und des gespeicherten biologisch gereinigten Abwassers konnte verzichtet werden, da der Sulfidgehalt zu diesem Zeitpunkt auch im Tiefenwasser $< 1$ mg/l $S^{2-}$ lag. Bild 1 vermittelt einen Eindruck vom Verregnungsbetrieb und der Durchführung der arbeitshygienischen Messungen.

#### Schlußfolgerungen aus dem Speicher- und Verregnungsbetrieb

1. Die Speicherung von mechanisch vorgeklärtem und biologisch gereinigtem Abwasser im Anstau- und Durchflußbetrieb mit

*Tafel 1* Speicherung von mechanisch vorgeklärtem Abwasser

| Wassergüteparameter | Zulaufkonzentration | Abflußloser Speicher | | | | | Durchflossener Speicher | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Ende Anstau | | Beginn Zusatzbewässerung | | | Ende Anstau | | Beginn Zusatzbewässerung | | |
| | | Oberfl. | 2 m | Oberfl. | 1 m | 2 m | Oberfl. | 2 m | Oberfl. | 1 m | 2 m |
| Abfiltr. Stoffe (mg/l) | 170 | 5 | 8 | 17 | 19 | 25 | 6 | 6 | 15 | 12 | 10 |
| $BSB_5$ (mg/l) | 210 | 113 | 120 | 18 | 19 | 65 | 114 | 121 | 24 | 22 | 174 |
| CSV-Mn (mg/l) | 94 | 44 | 51 | 23 | 26 | 61 | 57 | 59 | 25 | 24 | 71 |
| Sulfide (mg/l) | 0,25 | 1,13 | 2,35 | n. n. | 0,04 | 16,7 | 2,87 | 5,15 | n. n. | 0,11 | 44,2 |
| $O_2$-Gehalt (mg/l) | — | 0,8 | n. n. | >18 | 0,9 | n. n. | 1,0 | n. n. | >18 | n. n. | n. n. |
| pH-Wert | 8,3 | 8,2 | 8,2 | 9,1 | 8,8 | 8,0 | 8,1 | 8,3 | 8,4 | 8,2 | 8,1 |
| Koliformenkeimzahl (Keime/ml) | $10^9$ | $10^8$ | $10^8$ | 0 | 0 | 0 | $10^8$ | $10^8$ | $10^2$ | $10^6$ | $10^2$ |
| Fäkalkoliformenkeimzahl (Keime/ml) | $10^9$ | $10^8$ | $10^8$ | 0 | 0 | 0 | $10^4$ | $10^8$ | $10^2$ | $10^4$ | $10^2$ |
| Enterokokkenkeimzahl (Keime/ml) | $10^5$ | $10^3$ | $10^3$ | 0 | 0 | 0 | $10^4$ | $10^3$ | 0 | $10^4$ | $10^2$ |

*Tafel 2* Speicherung von biologisch teilgereinigtem Abwasser

| Wassergüteparameter | | Zulaufkonzentration | Durchflossener Speicher | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | Ende Anstau | | Beginn Zusatzbewässerung | | |
| | | | Oberfl. | 1,4 m | Oberfl. | 0,7 m | 1,4 m |
| Abfiltr. Stoffe | (mg/l) | 66 | 10 | 11 | 14 | 8 | 10 |
| $BSB_5$ | (mg/l) | 67 | 34 | 40 | 18 | 17 | 18 |
| CSV-Mn | (mg/l) | 41 | 30 | 30 | 22 | 24 | 21 |
| Sulfide | (mg/l) | — | 0,04 | 0,07 | n. n. | n. n. | 0,21 |
| $O_2$-Gehalt | (mg/l) | — | >18 | 0,6 | >18 | 10,7 | 4,8 |
| pH-Wert | | 7,8 | 9,2 | 9,2 | 8,7 | 8,5 | 8,4 |
| Koliformenkeimzahl | (Keime/ml) | $10^8$ | $10^2$ | $10^2$ | $10^2$ | $10^4$ | $10^2$ |
| Fäkalkoliformenkeimzahl | (Keime/ml) | $10^8$ | 0 | $10^2$ | 0 | $10^2$ | $10^2$ |
| Enterokokkenkeimzahl | (Keime/ml) | $10^4$ | 0 | $10^2$ | 0 | 0 | $10^2$ |

einer Verweilzeit von 90 Tagen ist ohne Geruchsbelästigungen möglich. Obwohl nur Speichertiefen bis 2,2 m untersucht werden konnten, ist zu erwarten, daß diese Aussage auch für die aus ökonomischen Gründen empfohlenen Stapelhöhen von $\geqq 3$ m zutrifft. Eine aerobe Oberflächenwasserschicht wirkt dabei dem Austritt größerer Schwefelwasserstoffmengen entgegen.

2. Die Untersuchungen zeigten, daß die natürliche biologische Reinigung mechanisch vorgeklärten Abwassers während Anstauperiode und Speicher- bzw. Durchflußbetrieb so weitgehend ist, daß sich eine künstliche Belüftung der Speicher nicht als notwendig erweist. Der dadurch erreichbare weitere Abbau der Abwasserinhaltstoffe rechtfertigt nicht den mit dem Einsatz und Betrieb von Belüftungsaggregaten verbundenen Aufwand.

3. Während der Speicherung tritt sowohl bei mechanisch vorgeklärtem als auch bei biologisch gereinigtem Abwasser eine bedeutende Verbesserung der bakteriologischen Beschaffenheit ein. In den Sommermonaten, in denen die Zusatzwasserentnahme aus den Speichern erfolgt, liegen die Keimzahlen (Koliformen-, Fäkalkoliformen-, Enterokokken-Keimzahl) in der Regel bei 0 bis $10^2$. Das gespeicherte Abwasser kann nach TGL 6466/01 auf Grund dieser biologischen Gütemerkmale in die Eignungsklasse $E_b3$ eingestuft werden.

4. Die landwirtschaftliche Verwertung des Abwassers führte selbst bei hohen Sulfidgehalten im Tiefenwasser (73 mg/l $S^{2-}$) zu keinen Geruchsbelästigungen durch Schwefelwasserstoff. Auf Grund der in den Sommermonaten in den Speichern auftretenden Algenentwicklung wird der *p*H-Wert an der Oberfläche $> 7$ betragen und nur ein Teil der Sulfide als Schwefelwasserstoff vorliegen.

5. Zur Verhinderung von Umweltbeeinträchtigungen und zur Sicherung einer guten Qualität des Bewässerungswassers wird empfohlen, unter Praxisbedingungen mindestens zwei Speicher zu betreiben und aus diesen wechselweise zu verregnen. Zu Beginn des Hauptbewässerungszeitraums erfolgt die Zusatzwasserentnahme zunächst aus Speicher I von der Oberfläche bis in etwa 1 m Tiefe. Anschließend wird das Wasser aus dem oberflächennahen Bereich des Speichers II verregnet. In dieser Zeit verbessert sich bei sommerlichen Temperaturen die Wasserbeschaffenheit des ehemaligen Tiefenwassers in Speicher I weiter.

6. Beim Betrieb durchflossener Speicher für mechanisch vorgeklärtes Abwasser ist die Einleitung ins Gewässer von November bis Mai nur bei Vorliegen besonderer Vereinbarungen mit der zuständigen Staatlichen Gewässeraufsicht möglich. Von Ende Mai bis Ende Oktober ist jedoch eine gute Wasserqualität mit $BSB_5$-Werten von 20 bis 30 mg/l zu erwarten. Die Ableitung des Abwassers sollte aus einer Tiefe von 0,2 bis 1,0 m erfolgen.

**Volkswirtschaftliche Bedeutung der Ergebnisse**

Der dargelegte Lösungsweg trägt sowohl zur Verbesserung des Umweltschutzes als auch zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion bei. Die Speicherung des Abwassers in der Frostperiode und die Verwendung im Hauptbewässerungszeitraum bringt folgende wesentliche Vorteile für die Landwirtschaft:

— Erhöhung der Flexibilität des Verregnungsbetriebes durch Anpassung der Abwasserabnahme an den Bewässerungswasserbedarf auch während der Vegetationszeit
— Wegfall einer für die Landwirtschaft unökonomischen Verwertung des Abwassers in den Wintermonaten mit zusätzlichem Energie- und Arbeitskräfteaufwand
— vielseitigere Einsatzmöglichkeiten des Abwassers auf Grund der Verbesserung der Wassergüteparameter während der Speicherung
— Erhöhung des Wasserdargebots mit der Möglichkeit der Erweiterung der potentiellen Bewässerungsflächen.

Folgende Gesichtspunkte lassen die Bedeutung des Verfahrens der Abwasserspeicherung für die Wasserwirtschaft erkennen:

— Voraussetzungen für eine ganzjährige Abnahme des Abwassers durch die Landwirtschaft unter Gewährleistung der vollbiologischen Reinigung werden geschaffen.

— Es verbessern sich die Wassergüteparameter durch die Speicherung. Selbst bei Werten $\geqq 50$ mg/l $BSB_5$ und $\geqq 50$ mg/l CSV-Mn von November bis Mai bei der Speicherung von mechanisch vorgeklärtem Abwasser im Durchflußbetrieb bedeutet das eine entscheidende Reduzierung der Gewässerbelastung gegenüber der direkten Einleitung mechanisch vorgeklärten Abwassers.

— Die Speicherung von biologisch gereinigtem Abwasser stellt eine ökonomische Maßnahme der weitergehenden Abwasserreinigung vor Einleitung in besonders schutzbedürftige Gewässer dar.

— Auf Grund der Möglichkeit, den landwirtschaftlichen Flächen geringere Abwassergaben zu verabreichen, sind geringere Sickerwasserabflüsse zu erwarten mit einer Verminderung der Nährstoffbelastung des Grundwassers.

**Erste Informationen zur Einführung des Verfahrens in die Praxis**

Noch bevor die Untersuchungsergebnisse zur Qualitätsänderung des Abwassers wäh-



Bild 1 Verregnung des gespeicherten Abwassers und Durchführung der arbeitshygienischen Messungen

rend der Speicherung vorlagen, stand die eingangs dargestellte Problematik für die Verwertung des Abwassers des VEB Stärkefabrik Kyritz. Neben einer bedeutenden Erweiterung der Verregnungsflächen wurde die Errichtung eines Speichers mit einem Fassungsvermögen von etwa 600 000 $m^3$ für die Abwässer der Stärkefabrik und der Stadt Kyritz vorgesehen.

Bei der Berechnung der Speichergröße wurde davon ausgegangen, daß der Abwasseranfall während des Kampagnebetriebs von Anfang September bis Ende Dezember 14 000 bis 17 000 $m^3/d$ und der Abwasseranfall aus dem kommunalen Bereich 2 200 $m^3/d$ beträgt. Unter der Annahme, daß auch im November/Dezember noch eine Teilmenge verregnet werden kann, wurde der Speicherraum für 30 Tage bemessen. Das Bild 2 zeigt die Aufteilung des Gesamtspeicherraumes.

Bei den Speichern I und II handelt es sich um Betonbecken, die in Großplattenbauweise nach einer Eigenentwicklung der ZBO Neustadt (Dosse) gefertigt wurden. Diese Becken waren als Einlaufbecken und Pufferbecken für das täglich anfallende Abwasser vorgesehen, wobei nach ihrer Füllung die Entlastung in den Hauptspeicher (Speicher III) erfolgen sollte. Diese Betriebsweise ist zur Zeit nicht möglich, da die Betonbecken auf Grund der Bauausführung nicht einsatzfähig sind. Der Speicher III mit einem Nutzraum von 580 000 $m^3$ wurde in Erdbauweise errichtet. Die nutzbare Tiefe beträgt 3 m, die wasserseitige Böschungsneigung 1:3. Zur wasserseitigen Befestigung der Böschung wurden Betongitterplatten auf Textilgewebe angeordnet. Um den Verlust an landwirtschaftlicher Nutzfläche einzuschränken, war ursprünglich vorgesehen, die Sohle des Hauptspeichers in den Sommermonaten zum Anbau von Grünmais, Feldfutter o. a. zu nutzen. In der Vegetationszeit sollten nur die Betonbecken mit einer Aufnahmekapazität für den Abwasseranfall von drei Tagen betrieben werden. Die Absicht einer landwirtschaftlichen Nutzung mußte aufgegeben werden, da die Betonbecken nicht funktionsfähig sind.

Der Hauptspeicher Kyritz ging während der Kampagne 1980 in Betrieb. Die Kosten des Hauptspeichers betrugen 3,8 Mill. Mark, d. h. 6,50 $M/m^3$ Speicherraum. Durch die Möglichkeit der Speicherung des Abwassers ist eine flexiblere und ökonomisch günstigere Durchführung der Verregnung gegeben.

Speicher III

Speicher I | Speicher II | Klarwasserspeicher

Bild 2 Prinzipskizze des Abwasserspeichers Kyritz

**wwt**

## Arbeit der KDT

Im Juni dieses Jahres hielten Mitglieder der Betriebssektion der KDT des VEB WAB Berlin auf ihrer Delegiertenkonferenz Rückblick, steckten die nächsten Aufgaben und Ziele ab und wählten den neuen Vorstand.

Im Rechenschaftsbericht wurde noch einmal auf die von der 6. Tagung des ZK der SED gezogene gute Bilanz hingewiesen. Dazu werden von den Kollektiven große Leistungen erbracht, die sich letztendlich in der Steigerung der Arbeitsproduktivität, der Senkung des Produktionsverbrauchs und der Erfüllung des sozialpolitischen Programms niederschlagen.

Jedes KDT-Mitglied hat in dieser oder jener Weise eine ganz konkrete Beziehung zu den Ergebnissen. Nicht so bewußt ist oftmals die Tatsache, daß die Ingenieure eine besondere Verantwortung für den wissenschaftlich-technischen Fortschritt als entscheidende Quelle für den Anstieg der Leistung und der Effektivität haben. Das Anliegen der KDT-Arbeit besteht darin, die Vorzüge des Sozialismus mit dem wissenschaftlich-technischen Fortschritt zu verbinden, um ihn zu beschleunigen, seine Ergebnisse umfassend für den Menschen nutzbar zu machen. In diesem Wirkungsfeld ist die sozialistische Ingenieurorganisation angesiedelt.

Was hat die Betriebssektion erreicht? Insgesamt kann festgestellt werden, daß die Mitglieder bei der Lösung planmäßiger Aufgaben und zusätzlicher Anforderungen gute Leistungen mit ansprechenden Ergebnissen vollbracht haben. Zum Beispiel leisten sie bei der Lösung solcher Aufgaben wie der Erfassung und Normierung des Eigenverbrauchs Wasser, der Mechanisierungskette Kanal und Rohrnetz, der dritten Reinigungsstufe der Kläranlagen Hervorragendes. Mit der Lösung derartiger Vorhaben tragen sie erheblich zur Erfüllung des Planes Wissenschaft und Technik bei. Es gibt jedoch ein kritisches „aber“. Das besteht darin, daß die eigenständige organisatorische Arbeit den Anforderungen der Zeit nicht entspricht und daß es Arbeitsbereiche gibt, die vernachlässigt worden sind. Es besteht Einigkeit darüber, daß die weitere Tätigkeit sowohl durch die Arbeit an der konkreten Aufgabe als auch durch zielstrebige organisatorische Aktivitäten gekennzeichnet sein muß. Das bestätigen zwei überbetriebliche Erfahrungsaustausche mit anderen Betriebssektionen. Wesentlich und notwendig ist es, die Aufgaben weiterhin auf der Grundlage des Betriebsplanes zu organisieren und in enger Gemeinschaftsarbeit mit den Produktionskollektiven zu realisieren. *WWT*

**Grundsätze zur Intensivierung der Grundfondsökonomie bei Wasserleitungen unter Beachtung des Korrosionsschutzes**

*Kampe, Hans-Joachim.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 291—292

Durch unterschiedliche Maßnahmen im Wasserversorgungssystem werden die Rohrleitungen intensiv genutzt und beachtlichen Belastungen unterworfen. Deshalb ist ein effektiver Korrosionsschutz unabdingbar. Der Autor setzt sich mit den Ursachen und Auswirkungen eines unzureichenden Korrosionsschutzes auseinander und legt im einzelnen Schwerpunkte dar, die bei der Organisierung des Korrosionsschutzes zu beachten sind.

**Erfahrungen bei der ordnungsgemäßen Durchsetzung eines ordnungsgemäßen Korrosionsschutzes von Wasserohrleitungen**

*Schenk, Peter.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 295—297

Der Autor schildert in seinem Beitrag, welche Erfahrungen im Erfurter Stadtbereich auf dem Gebiet des Korrosionsschutzes gemacht wurden und unterbreitet Vorschläge, auf welche Weise die Qualität der verlegten Rohrleitungen verbessert werden kann.

**Erfahrungen und Schlußfolgerungen aus der Durchführung der gesellschaftlichen Kontrolle der Gewässer und der wasserwirtschaftlichen Anlagen während der Frühjahrsdeich- und Flußschau 1983**

*Günther, Walter.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 297—298

Der Autor vermittelt Erfahrungen aus dem Bezirk Cottbus und zieht Schlüsse für die künftig laut Wassergesetz durchzuführenden Deich- und Gewässerschauen.

**Wege zur weiteren Erhöhung des Mechanisierungs- und Automatisierungsniveaus der technologischen Systeme der kommunalen Wasserversorgung und Abwasserableitung**

*Gjunter, L. I.; Medrisch, G. L.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 304—305

In dieser Übersetzung (aus dem Russischen) aus der sowjetischen Fachzeitschrift „Wodosnabshenije i sanitarnaja technika" legen die Autoren dar, wie die derzeitigen technologischen Systeme der kommunalen Wasserversorgung und Abwasserableitung verbessert werden können. Ausgehend von dem ständig steigenden Wasserbedarf in der RSFSR, besteht die Aufgabe darin, bis zum Jahre 2000 alle Verbraucher, d. h. die gesamte Stadt- und Landbevölkerung, vollständig an das zentrale Wasserversorgungssystem und auch an die zentrale Abwasserableitung anzuschließen. Jedoch ist diese Aufgabe nicht ohne ausreichende Mechanisierungsmittel und Automatisierungssysteme zu bewältigen. Die Autoren schildern, welche Ausrüstungssysteme vorrangig entwickelt und bereitgestellt werden müssen.

**Neue Kontrollmeßgeräte als Grundlage für das Informationssystem des ASUPT der Wasserversorgung und Wasserreinigung**

*Smirnow, D. N.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 306—308

Es handelt sich um eine Übersetzung (aus dem Russischen) aus der sowjetischen Fachzeitschrift „Wodosabshenje i sanitarnaja technika". Zwar gibt es fast alle Kontroll- und Steuerungsmittel für die Errichtung von ASUPT für die Wasserförderung und -verteilung und für die Abwasserförderung zu den Kläranlagen. Jedoch ist die Entwicklung von ASUPT bei Reinigungsanlagen für Rohwasser und Abwässer bedeutend komplizierter. Die Steuerung der physiko-chemischen Prozesse, die der Wasserreinigung zugrunde liegen, erfordert spezielle Kontrollmittel, über die die Autoren im einzelnen berichten (z. B. Sauerstoffmeßgeräte, Apparaturen zur Bestimmung des gesamten organischen Kohlenstoffs, Geräte für die Messung des Elektrolytgehalts, Mehrbereichskonduktionsmeßgeräte, Geräte für das Messen der Schwebstoffkonzentration, Analysegeräte für freies Chlor u. a.).

**Fortschritte bei der Reduzierung des Trinkwassereinsatzes in Hallenbädern**

*Jessen, Hans-Jürgen.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 314—317

In einer kurzen Übersicht werden die projektierten Wasserverbrauchswerte von Schwimmhallen den aus der Literatur bekannten Verbrauchswerten gegenübergestellt. Dabei sind einige Erfahrungen berücksichtigt worden. Es wird über die Möglichkeiten zur Reduzierung des Trinkwasserverbrauchs in den Hallenbädern des Sportstättenbetriebes Berlin berichtet. Die in der Praxis durchgesetzten bzw. vorgesehenen Maßnahmen werden beschrieben.

**Optimale Geometrieparameter von kreiszylindrischen Wasserbehältern**

*Blechschmidt, Manfred; Wiemer, A.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 317—320

Im Wasserverteilungssystem nehmen die Wasserbehälter einen bedeutenden Platz ein. Sie dienen u. a. der Speicherung der fluktuierenden Wasermenge, sichern einen gleichmäßigen Versorgungsdruck und ermöglichen es auch, die Kapazität eines Wasserversorgungssystems durch bessere Ausnutzung des Wasseraufbereitungsvermögens zu erhöhen. Mitunter sind Behälterkonstruktionen entstanden, die nicht den Gebrauchswertanforderungen entsprechen. Die Autoren legen Verfahren zur Bestimmung optimaler Behältergeometrien dar, nennen Behältervarianten, werten EDV-Rechenergebnisse aus und ziehen Schlüsse für den Bau effektiver Wasserbehälter.

**Abwasserspeicherung — Ein Weg zur Sicherung der ganzjährigen Abwasserverwertung und -reinigung**

*Felgner, Gert; Sandring, Gisela.* — In: Wasserwirtschaft—Wassertechnik. — Berlin 33 (1983) 9, S. 321—323

Eine volkswirtschaftlich effektive Lösung der dargelegten Problematik muß die Interessen der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft berücksichtigen. Dazu ist die ganzjährige vollbiologische Abwasserreinigung durch den Boden unter gleichzeitiger Erreichung eines hohen Verwertungseffektes in der Landwirtschaft durchzuführen. Eine verfahrenstechnische Möglichkeit stellt die Speicherung des im Winterhalbjahr ungenutzt abfließenden Abwassers dar. Im Beitrag werden Versuche beschrieben, Ergebnisse dargelegt und Schlußfolgerungen aus dem Speicher- und Verregnungsbetrieb gezogen.




**Anke Wittmar,**

Jahrgang 1958,

Lehrmeister im
VEB Wasserversorgung und
Abwasserbehandlung Berlin

Anke Wittmar, Jahrgang 1958, klein, zierlich, aber oho! Mitglied der SED seit 1977, seit Mai 1982 Mitglied der APO-Leitung, zwischendurch aktives FDJ-Leitungsmitglied und Lehrmeister – alles im VEB Wasserversorgung und Abwasserbehandlung Berlin.

Ein Haufen schwieriger, den ganzen Menschen, die Genossin und den Jugendfunktionär fordernder Aufgaben steht vor ihr. Zuviel für die „kleine" Anke? Keinesfalls. Sie fordert nicht nur von anderen, vor allem von sich selbst sehr viel, um all das, was die Partei, die FDJ und nicht zuletzt die Berufsausbildung im VEB WAB von ihr erwarten, bestmöglich zu verwirklichen. So ist sie verantwortlich für die gute Zusammenarbeit zwischen FDJ und der staatlichen Leitung in der Abt. Berufsausbildung, sie soll die Durchführung des FDJ-Studienjahres kontrollieren, soll dafür sorgen, daß tüchtige FDJler (insbesondere Lehrlinge) für die SED gewonnen werden, daß die GST-Arbeit in der Berufsausbildung klappt, und letztlich – eine besonders wichtige Aufgabe – soll sie Einfluß auf die staatliche Leitung nehmen, um eine lehrplangerechte Ausbildung der Lehrlinge zu sichern.

Und obwohl erst Mitte der Zwanzig, hat sie beachtliche Erfolge in ihrer fachlichen und gesellschaftlichen Arbeit. Ihrem Einfluß auf die Lehrlinge ist es zu danken, daß im vergangenen Jahr 158 FDJler des VEB WAB Berlin das „Abzeichen für gutes Wissen" unter ihrer Leitung ablegten, im ersten Halbjahr 1983 waren es 54. Den Lehrlingen Wissen über gesellschaftliche Zusammenhänge zu vermitteln ist eine Seite. Dabei läßt sie es nicht bewenden. Vier Lehrlinge haben sich im vergangenen Jahr entschlossen, Mitglied der SED zu werden – die Jugendfreunde Dirk Förster, Martin Bansemer, Jan May und Marko Bulander. Das war mit Ankes Verdienst; denn sie verstand und versteht es, durch Optimismus und Energie, Einsatzbereitschaft und hohe Präzision in der Arbeit bei den Lehrlingen Vorbildwirkung zu erzielen. Als dann in der FDJ-Leitung zu beraten war, wer zum Arbeiterjugend-Kongreß delegiert werden sollte, da brauchte man nicht lange zu überlegen – Anke Wittmar muß dabei sein, das war die einstimmige Meinung.

Anke Wittmar betreut insgesamt 15 Lehrlinge. Damit verbunden sind vielerlei Aufgaben, deren gewissenhafte Erfüllung für sie selbstverständlich ist. Vom Fachlichen her hat sie gute Voraussetzungen – von Haus aus ist sie Facharbeiter für Chemieproduktion. Dieser Fachrichtung blieb sie erst einmal treu und ging zur Ingenieurschule für Chemie und machte dort ihren Abschluß als Chemie-Ing.-Pädagoge. Diese Ausbildung und ihr pädagogisches Geschick im Umgang mit jungen Leuten sind gute Bedingungen für ihre jetzige Tätigkeit als Lehrmeister im VEB WAB Berlin. Vor allem aber ihre Fähigkeit, ständig guten Kontakt zu den Lehrbeauftragten und Lehrfacharbeitern zu pflegen, ihr jugendlicher Elan und ihre Wißbegier halfen ihr, die Erziehungsarbeit fachlich fundiert und mit parteilicher Konsequenz auszuüben, auch wenn sie manchmal übers Ziel hinausschießt, z. B. bei Meinungsverschiedenheiten mit der Leitung. Da ist sie kaum zu bremsen, wenn sie merkt, daß Interessen der Jugendlichen unzureichend wahrgenommen oder berechtigte Ansichten der Lehrlinge etwas mit links abgetan werden. Da kann sie ganz schön resolut werden – zu recht, wie mir scheint. Sie bescheinigt aber auch, daß ihr im VEB WAB Berlin jegliche Entwicklungsmöglichkeiten, jederzeitige kollegiale Hilfe gegeben wurden, daß die Lehrbeauftragten sie in der Wahrnehmung ihrer Ausbildungspflichten stärkstens unterstützten, daß alles in allem eine echte kollektive Zusammenarbeit in der Berufsausbildung des VEB WAB Berlin gegeben ist. In einem solchen Kollektiv macht die Arbeit Spaß.

Anke Wittmar hat für ihre bisherige gute Arbeit auch entsprechende Anerkennung gefunden. 1972 erhielt sie für erfolgreiche Arbeit mit einer sowjetischen Komsomolzenklasse in Potsdam die Herder-Medaille, sie gehörte stets Kollektiven an, die als „Kollektiv der sozialistischen Arbeit" geehrt wurden, und schließlich erhielt sie 1981 die Auszeichnung als „Aktivist der sozialistischen Arbeit".

Eine Auszeichnung besonderer Art war ihre Delegierung zum Arbeiterjugend-Kongreß im Juni in Berlin. Sie wertet das so: Dort auf dem Kongreß wollte sie mit FDJlern Erfahrungen tauschen, eben einfach ins Gespräch kommen über all die vielen besonders die Jugend der DDR betreffenden Probleme. Was auf diesem Kongreß für sie selbst, für die Arbeit des Lehrmeisters Anke Wittmar herausgekommen ist, darüber werden wir später noch berichten.

H. H.